JFMA

Technical Information

サーボプレス ― 安全要求事項と方策

TI 103 : 2008

2008 年 7 月

(社)日本鍛圧機械工業会

技 術 委 員 会

(社)日本鍛圧機械工業会　Technical Information

サーボプレス ― 安全要求事項と方策

Servo presses－Safety requirements and Safety Measures

序文

この規格 TI103:2008 は、社団法人日本鍛圧機械工業会が 2006 年に発行した日本鍛圧機械工業会規格 TI103:2006 を、サーボプレス、特に、その駆動に用いられるサーボシステムに特有な危険源を認識し、更に近年著しく整備が進んだ ISO/IEC の機能安全規格との整合性にも留意して改訂したものである。

1. 適用範囲

この規格は、サーボプレス（4.1 参照）に特有な危険源を規定し、これらの危険源を除去する又はこれらの危険源にかかわるリスクを適切に低減するための要求事項について規定する。

この規格は、サーボプレスの加圧能力、ストローク数、寸法などの仕様によって適用範囲を制限しない。ただし、リニヤサーボ機構を用いた機械プレス及びサーボ弁を用いた液圧プレスには適用しない。

2. 関連規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの関連規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版（追補を含む）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む）を適用する。

2.1　JIS B 0111　プレス機械－用語
2.2　JIS B 8361 (ISO 4413)　油圧システム通則
2.3　JIS B 9700-1:2004 (ISO 12100-1:2003)　機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則－第 1 部：基本用語、方法論
2.4　JIS B 9700-2:2004 (ISO 12100-2:2003)　機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則－第 2 部：技術原則
2.5　JIS B 9702:2000(ISO 14121:1999)　機械類の安全性－リスクアセスメントの原則
2.6　JIS B 9703 (ISO 13850:1996)　機械類の安全性－非常停止－設計原則
2.7　JIS B 9704-1:2006 (IEC 61496-1)　機械類の安全性－電気的検知保護設備－第 1 部：一般要求事項及び試験
2.8　JIS B 9705-1:2000 (ISO 13849-1:1999)　機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第 1 部：設計のための一般原則
2.9　JIS B 9714:2006 (ISO 14118)　機械類の安全性－予期しない起動の防止
2.10　JIS B 9960-1:1999 (IEC 60204-1:1997)　機械類の安全性－機械の電気装置－第 1 部：一般要求事項
2.11　ISO 13732-1　Ergonomics of the thermal environment－Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces－Part 1: Hot surfaces

2.12　IEC 61800-3　Adjustable speed electrical power drive systems－Part 3: EMC requirements and specific test methods

2.13　IEC 61800-5-1　Adjustable speed electrical power drive systems－Part 5-1: Safety requirements－Electrical、 thermal and energy

3.　構成

4.　用語及び定義

この規格で用いる用語及び定義は、JIS B 0111 及び JIS B 9700-1 によるほか、次による。

4.1　サーボプレス（servo press）

サーボシステム（4.2 参照）によってスライドの作動を制御する機械又は液圧プレス。

4.1.1　機械サーボプレス（mechanical servo press）

サーボモータの動力をクランクなどの回転式機構又はボールネジなどの直動式機構によってスライドに伝達する構造のサーボプレス。そのシステム構成の例を図 1 に示す。

注記　機械サーボプレスは、JIS B 0111 の定義 1000 “ 機械プレス ” に含まれる。

4.1.2　機械サーボプレスブレーキ（mechanical servo press brake）

主として、板状加工材の曲げに使用する構造をもつ機械サーボプレス。

4.1.3　液圧サーボプレス（hydraulic servo press）

サーボモータの動力を液圧によってスライドに伝達する構造のサーボプレス。そのシステム構成の例を図 2 に示す。

注記　液圧サーボプレスは、JIS B 0111 の定義 2000 “ 液圧プレス ” に含まれる。

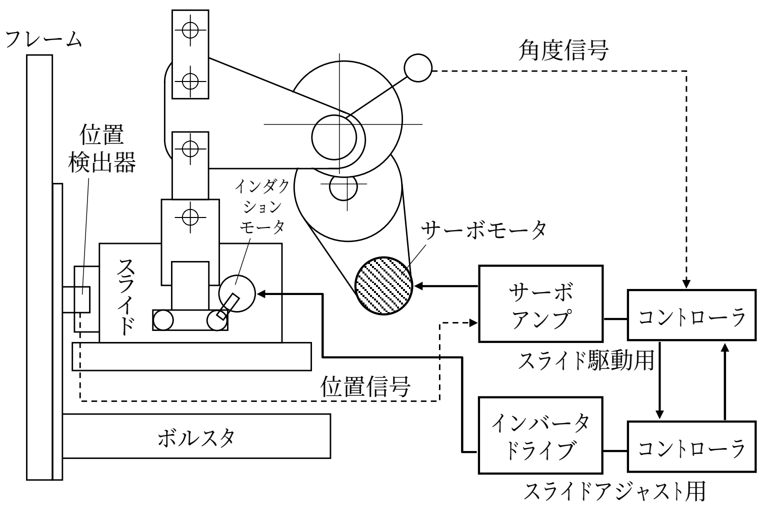


図 1－機械サーボプレスのシステム構成の例

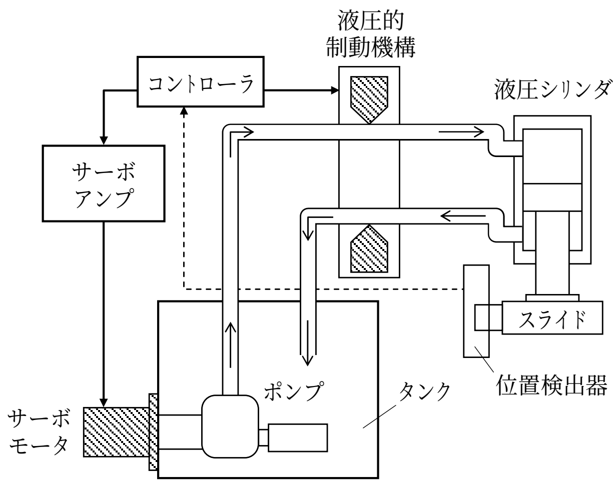


図 2－液圧サーボプレスのシステム構成の例

4.1.4　液圧サーボプレスブレーキ（hydraulic servo press brake）

主として、板状加工材の曲げに使用する構造をもつ液圧サーボプレス。

4.2　サーボシステム（servo system）

スライドを作動させるサーボモータ、サーボアンプ（インバータ回路）、フィードバック用検出器、電気制動装置及び制御装置（コントローラ）を含めた体系。

注記　サーボシステムはスライドの作動にかかわるシステム全体を意味しており、図 1 及

び図 2 に例示した要素の他、使用者のプログラム設定を可能にするインターフェース装置、保護装置及び標準の制御システムの異常を監視するための安全プログラマブルロジックコントローラ（安全 PLC）なども含まれる。サーボシステムのうち、安全機能にかかわる部分（サブシステム）が安全関連部である。

4.3　制動機構（brake system）

サーボシステムに依存せずに、スライドを減速及び停止させ停止後その状態を保持する機構。機械的制動機構と液圧的制動機構とがある。

注記　加工材の搬入出などの目的で比較的短時間スライドを保持する機構と見なしており、4.12 スライド拘束手段とは明確に区別している。

4.3.1　機械的制動機構（mechanical brake system）

機械的摩擦を利用してスライドを減速及び停止させ、停止後その状態を保持する制動機構。

4.3.2　液圧的制動機構（hydraulic brake system）

サーボモータの動力を伝達する液体の圧力又は流量を遮断又は調節することによってスライドを減速及び停止させ、停止後その状態を保持する制動機構。シリンダ、液体の圧力又は流量を制御するための電磁弁及びこれらの配管からなる。液圧式重力拘束装置ともいう。

4.4　電気制動（electrical braking）

電気・電子・プログラマブル電子回路及び/又は要素などの電気的手段を利用して、スライドを減速及び停止させるサーボシステムの機能。

注記 1　電気制動は、スライドの停止状態を保持できなくてもよい。

注記 2　電源遮断（4.5 参照）を行う場合に限り、JIS B 9960-1 の 9.2.2 の停止カテゴリ 1 の停止となる。

4.5　電源遮断（power shutdown）

サーボモータへの電力供給を遮断又は防止する操作又はサーボシステムの機能。原理の違いから、次の方式に分類する。

注記 1　JIS B 9960-1 の 9.2.2 の停止カテゴリ 0 又は 1 の停止は、電源遮断の実行を伴う。

注記 2　電源遮断方式の分類に関する詳細な説明を、附属書 8.4 に示す。

4.5.1　主電源遮断（main power shutdown、 disconnecting）

主幹からのサーボシステム全体への電力供給を電気機械部品を用いて遮断（断路）する方式の電源遮断。

注記　JIS B 9960-1 の 5.3.5 に規定する“例外回路”及び検査又は修理などで必要な情報を提供するための表示装置は、JIS B 9960-1 の関連要求事項に適合する限り、電源を遮断しなくてもよい。

4.5.2　電気機械的遮断（Electromechanical shutdown）

サーボアンプ及び/又はサーボモータへの電力伝達を、電気機械部品を用いて不能にする方式の電源遮断。

4.5.3　電子的遮断（electronic shutdown）

外部機器からの信号に基づき、信号入力部からインバータ回路までの間にプログラマブル電子回路（制御回路）を含まずに（介さずに）半導体素子を用いてサーボアンプの交流生成を不能にする方式の電源遮断。

注記 1　用いる半導体素子によって、ゲートオフ又はベース電流遮断などともいう。

注記 2　外部機器からの信号をサーボアンプ内部の制御回路で処理するものは、電子的遮断に含まない（附属書 8.4 参照)。

4.6　停止（stop）

4.6.1　非常停止（emergency stop）

非常停止装置の操作によってスライドが停止した状態。

4.6.2　急停止（protective stop）

安全防護の目的で検出信号によって自動的にスライドが停止した状態。インターロック、能動的光電保護装置、両手操作制御装置などの保護装置からの信号による急停止と、サーボシステム又は制動機構の異常などを監視する内部サブシステムからの信号による急停止とがある。

4.6.3　通常停止（normal stop）

プログラムされた任意の位置（例えば、上死点、待機位置、予定停止位置）でスライドが停止した状態。加工物の搬入出などのために、身体の一部が危険限界に進入することを意図した状態。

注記　通常停止中、ガードのインターロック装置、能動的光電保護装置、両手操作制御装置などの保護装置は、ミューティング（4.8 参照）され、リスク低減はスライドを確実に保持する機能及び/又は機構によって達成される。

4.6.4　一時停止（temporal stop）

プログラムによる待機指令若しくは方向転回指令のため又は起動操作を中断したため（例えば、起動ボタンから手を離したため又は足踏みスイッチから足を離したため）にスライドが一時的に停止した状態。身体の一部が危険限界に進入することを意図していない。

注記　ガードのインターロック装置、能動的光電保護装置、両手操作制御装置などの保護装置は、ミューティング（4.8 参照）されず、身体の一部の進入を検知したときに急停止に移行する。

4.7　急上昇機能（protective open）

安全防護の目的で、保護装置からの信号による急停止に代えて、直ちに、上型と下型との間隔が広がる方向（開き方向）へスライドを作動する安全機能。

注記　開き行程がスライドの上昇に、閉じ行程がスライドの下降に対応していない場合にも、このような特殊な安全防護作動に“急上昇”の用語を用いる。

4.8　ミューティング（muting）

制御システムの安全関連部による安全機能の一時的自動停止。

注記　JIS B 9705-1 の定義 3.7 を参照

4.8.1　上昇無効（muting during slide opening）

作業一行程において、スライドが、身体の一部が危険限界に達する前に上型と下型との間隔が狭まる方向への作動（閉じ行程）が終了する位置に達したときから、上型と下型との間隔が広がる方向への作動（開き行程）を経て、終点で停止するまでの間に実行する保護装置のミューティング。

注記　開き行程がスライドの上昇に、閉じ行程がスライドの下降に対応していない場合にも、このような特殊なミューティングに“上昇無効”の用語を用いる。

4.9　設定ストローク長さ（programmed slide stroke）

実行中の行程でプログラムされた通常停止を行う位置での上型と下型との間隔。

注記　サーボプレスでは、実行中の行程でのスライドの作動範囲が、構造上、必然的に定まるストローク長さと必ずしも一致せず、場合によっては一サイクル毎に変化することもあることから、新たに規定した。

4.10　監視機能（monitoring function）

監視している危険状態の発生を検出して急停止機能を開始し、異常を表示する安全機能。

4.10.1　起動/停止監視（start/stop monitoring）

スライドの起動/停止にかかわる起動（操作）装置及び保護装置からの起動開始、運転許可及び停止の信号とサーボモータ、制動機構及びスライドの作動状態との関係を比較し、不

一致を検出する監視機能。

4.10.2 オーバラン監視（overrun monitoring）

通常停止機能の実行時に、スライドの停止時間又は停止距離を監視し、許容値を越えたことを検出する監視機能。

4.10.3 保持監視（standstill monitoring）

通常停止中に、プログラムされた停止位置でスライドを保持していることを監視し、意図しない起動（誤作動）を検出する監視機能。

4.10.4 制動性能監視（brake performance monitoring）

制動機構の作動及び制動性能を静的又は動的に検査して、不作動又は性能低下を検出する監視機能。

4.11 起動前存在検知（presence sensing before initiation）

スライド起動前に、危険限界内の操作者以外の人の存在を検知し、警告する機能、装置及び/又は手続き。

4.12 スライド拘束手段（slide restraint means）

調整・清掃・検査・保全などの作業中に、スライドの危険な作動及び落下を防止するためにスライドを拘束する装置又は障害物。

4.12.1 機械的拘束装置（mechanical slide restraint device）

機械的障害物（例えば、くさび、スピンドル、支柱）を組み込んだ機構で、その強度によってスライドの危険な作動を防止するスライド拘束手段。

注記　機械式重力拘束装置ということもあるが、機械的摩擦を利用する原理の装置（例：ウォーム減速機のセルフロックを利用するもの）は、機械的拘束装置に含まれない。

4.12.2 安全ブロック（safety block）

その強度によって、スライドの危険な作動を防止するスライド又は上型とボルスタ又は下型との間に挿入するブロック形のスライド拘束手段。

4.13 運転モード（operation mode）

4.13.1 作業一行程（operational single stroke）

起動操作を行うと、スライドがプログラムされた軌道を始点から終点まで一度だけ移動し、終点に達すると起動操作を続けていてもスライドが停止する運転モード。

注記　プログラムでスライドの軌道が変化するサーボプレスの新規性を表す用語として、かつ、今日、動力プレスでは、一行程一停止機構を備えることが標準となっていることを踏まえて、新たに規定した。

4.13.2 寸動行程（inching stroke）

起動操作を続けている間はスライドがプログラムされた軌道を移動し、起動操作を断つと直ちにスライドが停止する運転モード。

4.13.3 連続行程（continuous stroke）

一度起動操作を行うと、停止操作を行うまでスライドが中断することなくプログラムされた軌道を繰り返し往復する運転モード。

4.14 サイクル（cycle）

プログラムされた始点から終点までのスライドの作動又は行程周期。

4.15 手動パルス発生器（manual pulse generator）

手動送りに用いるハンドルを手動で回転して指令パルスを発生させる機器。

4.16 ハンドインダイ（hand in die、 manual feed and removal）

加工材の搬入出を手作業で行うプレス機械又はプレス作業の形態。

4.17 ノーハンドインダイ（no hand in die、 automatic feed and removal）

加工材の搬入出を機械化及び自動化し、加工中に身体の一部が危険限界に進入する必要性

を排除したプレス機械又はプレス作業の形態。

5. サーボプレスに特有な危険源の同定及びリスクアセスメント

この規格で取り扱うサーボプレスに特有な危険源の一覧を附属書 8.1 に示す。

危険源分析では、将来発生する可能性のあるあらゆる危険源を同定しなければならない。同定したそれらの危険源に対し、次のすべてを考慮してリスクアセスメントを行わなければならない。

a) 設定、調整、金型交換、段取り、掃除、保守及び修理を含むサーボプレスの意図する運転
b) 予期しない起動
c) すべての方向からの要員のアクセス
d) 無資格者及び未熟練者の使用
e) 合理的に予見可能な誤使用
f) 制御システム及び構成品の障害/不調の影響
g) 運搬、据付け、立ち上げの局面
h) 使用停止、廃棄の局面
i) 特定の用途又は運用方法に関連した危険源

リスクは、最初に設計（例えば、危険限界に人又は身体の一部が進入しない構造とするなど）によって、次に安全防護及び他の付加方策（例えば、インターロック付きガード又は保護装置を備えるなど）によって除去又は低減しなければならない。あらゆる残留リスクは、他の方策（例えば、警告、標識、訓練など）によって低減しなければならない。

箇条 6 の安全要求事項は、附属書 8.1 で規定する危険源に対して、リスクアセスメントを実施し、JIS B 9700-1 の図 1、図 2 及び JIS B 9700-2 に規定するリスク低減プロセスを繰り返し適用することによって得られたものである。

注記 1　意図する使用の異なるサーボプレスのリスクアセスメント結果の例を、附属書 8.2 に示す。

注記 2　JIS B 9700-1、JIS B 9700-2 及び JIS B 9702 は、危険源の同定及びリスク低減を実行する場合の要求事項並びに指針を与える。

<解説>

箇条 6 の要求事項は対象を附属書 8.1 に規定する危険源に限定しているが、リスクアセスメントでは箇条5 に掲げたサーボプレスの使用にかかわるあらゆる局面を考慮して危険源同定及びリスク評価を行うこと、ならびに、附属書 8.1 に規定していない重要な危険源については JIS B 9700-1 に規定する 3 ステップメソッドによるリスク低減プロセスを実施して除去又は低減することが必要である。

6. 安全要求事項及び保護方策

6.1 一般

サーボプレスは、箇条 5 に規定する危険源に対して、この箇条の要求事項に適合するよう設計・製作しなければならない。箇条 5 に規定したもの以外の危険源及びリスクについては、労働安全衛生規則、動力プレス機械構造規格などの関係する諸法規及び JIS B 9700-1 に従って機械を設計・製作することによって除去又は低減しなければならない。

6.2 基本要求事項

6.2.1 動力伝達部分の防護

モータ軸、歯車、ベルト又はリンクのような動力伝達に関連する構成品に起因する危険源への暴露は、固定式又は可動式ガードによって防止しなければならない。可動式ガードには、危

険源に接触する前に危険な作動が停止するようにインターロックを備えなければならない。インターロックシステムの安全性能は、リスクアセスメントの結果に基づいて、6.3 に適合するように設計しなければならない。

6.2.2　ベルト駆動の機能不良

スライドを制動するための力又はトルクをベルトによって伝達する構造のサーボプレスは、ベルトの破断などの単一障害が停止機能の喪失に至ってはならない。単一障害は、直ちに検出されなければならず、検出したときは、電源遮断を行い、スライドを制動機構で保持し、障害が修復されるまで再起動を防止しなければならない。

注記 1　考慮しなければならない単一障害には、ベルトの破断の他、ベルトの延び、緩み、脱落、ベルトプーリーの空転、歯飛びなどがある。

注記 2　制動力又は制動トルクをベルトに依存せずに伝達する構造として、例えば、電磁ブレーキを被駆動側機構部に設置して制動トルクをスライドに機械的に伝達する構造がある。

6.2.3　電気設備

直接接触及び間接接触による感電を防止するために、サーボプレスの電気設備は、JIS B 9960-1 及び IEC 61800-5-1 の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。

6.2.4　供給電力の消失及び変動

停電などの供給電力の消失及び瞬時停電などの供給電力の変動が危険源となってはならない。特に、6.3 に規定するサーボシステムの安全関連部は、JIS B 9704-1 の 4.3.2 に規定された電源電圧変動及び瞬時停電の要求事項に適合するように設計することが望ましい。

停電後の通電再開は、いかなるスライドの作動も引き起こしてはならない。例えば、惰走の影響でサーボ偏差を生じた状態でも、再起動のための安全条件が成立するまで起動を許可してはならない。

<解説>

動力プレス機械に適用可能な安全 PLC の多くが、電気的検知保護設備に準じた電源電圧変動及び瞬時停電に対する耐性を確保していることに鑑み、JIS B 9704-1 の 4.3.2 への適合を推奨した。

6.2.5　蓄電器を使用したエネルギー制御

制動時などにおいて、サーボモータのエネルギーを変換・蓄電するサーボプレスは、電源遮断を伴うスライドの停止後、蓄電器の放電によってスライドが作動しないように設計しなければならない。

エンクロージャの開放などに対し、蓄電器に残留したエネルギーによる感電又は火傷のリスクを低減するために、蓄電器及び蓄電機能に関連する回路は、JIS B 9960-1 の 6.2.4 に適合しなければならない。

6.2.6　電磁両立性（EMC）

電磁妨害(EMI)、無線周波妨害(RFI)及び静電気放電(ESD)の影響による危険なスライドの作動を防止するために、サーボシステムは、IEC 61800-3 の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。更に、6.3 に規定するサーボシステムの安全関連部については、JIS B 9704-1 の 4.3.2.3～4.3.2.7 の要求事項に、タイプ 4 の電気的検知保護設備と同じく適合するように設計することが望ましい。

放電加工機、溶接機、大電流容量の開閉器などに接近した場所にサーボプレスを設置することが予見でき、耐ノイズ性の高い部品を使用する回路対策とは別にノイズ対策が必要となる場合は、適切な警告及び指示を使用上の情報に含めなければならない。指示するノイズ対策には、カバー、シールド、ノイズフィルタ及びサージアブソーバの使用があるが、これらに限らない。
注記　危険なスライドの作動には“所定の位置で停止しない”も含まれる。
<解説>
動力プレス機械に適用可能な安全 PLC の多くが、タイプ 4 の電気的検知保護設備に準じた電磁両立性を確保していることに鑑み、JIS B 9704-1 の 4.3.2.3～4.3.2.7 への適合を推奨した。なお、IEC 61800-3 は、可変ドライブシステムの欧州 EMC 指令適合規格である。

6.2.7　高温保護

サーボモータ、抵抗器など、異常高温となって危険な状態を引き起こす可能性のあるサーボシステムの構成品又は回路は、次のいずれかによって保護しなければならない。
a) 適切な応答性をもつ検出手段を設けて異常高温状態の発生を回避する設計とする。
b) 高温となる箇所に直接接触することをガードによって防止する。
上記の保護方策によっても残留するリスクは、警告しなければならない。
注記　ISO 13732-1 及び IEC 61800-5-1 を参照。

6.2.8　意図しない起動の防止

サーボプレスは、6.12.5 に規定する保護装置の信号によってスライドが起動する行程及び 6.12.6 に規定する外部装置の信号によってスライドが起動する行程が選択された場合を除き、意図しないスライドの起動を防止するために、所定の起動（操作）装置以外のスイッチ操作でスライドが作動してはならない。
注記 1　JIS B 9714 を参照。
注記 2　6.12.5 の“保護装置の信号によってスライドが起動する行程”及び 6.12.6 の“外部装置の信号によってスライドが起動する行程”は必す（須）の運転モードではない。

6.2.9　予期しない圧力の防止

サーボプレスの液圧システムは、JIS B 8361 の関連要求事項に従って設計・製作しなければならない。最高使用圧力を超える圧力の発生を、サーボシステムによる圧力又は流量制御機能に依存して回避する場合、関連するサブシステムは、6.3 に適合しなければならない。
<解説>
JIS B 8361 において、液圧システムは、定格圧力を超える圧力の発生を予め考慮して設計するか又は一つ以上のリリーフ弁を設けることが規定されており、サーボシステムの制御機能に依存した圧力調整を高圧防止の一次的対策としてはならない。特に、サーボプレスの液圧システムにおいて安全状態とは圧力が低下した状態であるが、サーボシステムに障害が発生した場合では、サーボモータの電源遮断は、減圧を必ずしも保証できない。

6.3　サーボシステムの安全関連部

安全防護を目的とし、障害の発生がリスクの増大に直ちにつながる制御機能は、安全機能である（JIS B 9705-1：2000 の箇条 5 参照）。安全機能の達成にかかわるサブシステム、コンポーネント及びデバイスは、サーボシステムの安全関連部として同定し、使用上の情報として付属文書に明示しなければならない。
サーボシステムの安全関連部は、JIS B 9705-1 の 6.2.5 に規定されるカテゴリ 4 の要求事項に従っていなければならない。すなわち、次のように設計しなければならない。

a) いずれの部品の単一障害も、安全機能の喪失に至らない。
b) すべての単一障害を、次の安全機能の作動要求時又はその前までに検出する。
c) 単一障害発生時に安全機能を常に実行し、検出した障害が修復されるまで安全状態を維持する。
d) 検出が不可能な場合、障害の蓄積が安全機能の喪失に至らない。

注記　同等なリスク低減レベルの達成を保証できる限り、性能レベル（performance level）、安全度水準（safety integrity level）、その他 JIS B 9705-1：2000 以外に規定した性能基準を用いてもよい。

ただし、意図する用途（例えば、ノーハンドインダイでの使用）などのために、必要な場合は、個別のリスクアセスメント結果に基づいてカテゴリ 4 以外の性能基準（すなわち、カテゴリ 2 又は 3）を選択できる。この場合は、カテゴリ 4 以外を選択したことを明示し、適切な制限事項と警告を使用上の情報に含めなければならない。サーボプレスのリスクアセスメント結果の例を、附属書 8.2 に示す。

6.4　停止機能

6.4.1　一般

サーボプレスは、6.4.2 に規定する非常停止機能をもたなければならない。

保護装置（例えば、ガードのインターロック装置、能動的光電保護装置、両手操作制御装置）からの停止信号及びサーボシステム若しくは制動機構の異常を検出する監視機能からの停止信号による安全防護を目的とした停止は、6.4.3 に適合する急停止機能によって達成しなければならない。

加工物の搬入出のための停止は、6.4.5 に適合する通常停止機能によって達成しなければならない。以上を要約したものを表 1 に、また、停止機能の実装とその実現手段の比較を附属書 8.3 に示す。

表 1―6.4 停止機能で規定する要求事項の要約

停止機能	機能要求／開始	停止 カテゴリ	保持時の 電源遮断	保持時の 制動機構	備　考 （関連する箇条）
非常停止機能	手動による	0 又は 1	実行	作動	6.4.2
急停止機能	監視機能による	0 又は 1	実行	作動	6.4.3.2
	保護装置による	0 又は 1	実行	作動	6.4.3.3 a)
		―	―	作動	6.4.3.3 b)
通常停止機能	プログラムによる、意図した操作による	0 又は 1	実行	作動	6.4.5.2
		―	―	作動	6.4.5.3
		2	―	―	6.4.5.4
注記　“―”の項目は、この規格では規定しない。					

6.4.2　非常停止機能

サーボプレスは、人の単一動作で開始できる次の非常停止機能をもたなければならない。
a) 停止カテゴリ 0 又は 1 の停止として機能する。
b) JIS B 9960-1 の関連要求事項及び 6.3 に適合する。
c) 直ちに又はスライド制動後、スライドを制動機構で保持する。

d) 他のすべての操作、制御及び機能に優先する。
e) 非常停止指令の出力された位置でだけ手動でリセットできる。手動リセットは再起動を許可するだけで、リセットによって直ちにスライドを再起動しない。
f) 手動リセット後、スライドを始点位置に戻すまでは、寸動行程以外の運転モードを開始しない。

非常停止装置は、JIS B 9960-1 の 10.7 及び JIS B 9703 によらなければならない。6.3 に適合することを意図した電源遮断システムの冗長化設計の例を、附属書 8.4 の図 8.4.2～8.4.4 に示す。

6.4.3　急停止機能

6.4.3.1　一般

サーボプレスは、本質的安全設計方策によって押しつぶしの危険源を除去又はそれによるリスクを適切に低減していない限り、6.4.3.2 及び 6.4.3.3 に適合する急停止機能をもたなければならない。これらの停止カテゴリは異なってもよい。

急停止機能にかかわるサブシステムは、6.3 に適合しなければならない。

急停止機能の作動要求から完了までの時間（急停止時間）は、6.4.3.4 に適合しなければならない。

6.4.3.2　監視機能による急停止

6.6 に規定する監視機能の信号によって開始する急停止機能及びその他サーボシステムの異常を検知したために開始する急停止機能は、停止カテゴリ 0 又は 1 の停止として機能し、制動機構でスライドを保持しなければならない。

注記　監視機能が危険状態を検出したときのその他の要求事項については、6.6.1 を参照。

6.4.3.3　保護装置による急停止

保護装置の信号によって開始する急停止機能は、次のいずれか一つに適合しなければならない。

a) 停止カテゴリ 0 又は 1 の停止として機能し、制動機構でスライドを保持する。
b) サーボモータの最大起動トルクが印加されてもスライドを保持できる能力をもつ制動機構によって、スライドを保持する。スライドの制動に電気制動を用いてもよい。電源遮断は必須ではないが、サーボモータのトルクを印加し続けると、過負荷によって危険状態（例えば、予期しないスライドの滑り）又は新たな危険源（例えば、極度の高温、高圧流体の噴出）を生じる可能性がある場合、保護方策として電源遮断を検討しなければならない。

保護装置の信号によって急停止した場合、保護装置が手動リセットされるまで急停止機能を維持するように設計することが望ましい。

6.4.3.4　急停止時間

急停止機能の完了とは、次のすべてを達成した状態である。

a) スライドの移動速度を 10mm/s 以下に減速している。
b) 制動機構を作動している。
c) 停止カテゴリ 0 又は 1 の停止として機能する場合、電源遮断を行っている。

急停止機能の作動要求から完了までの時間（急停止時間）は、いかなる単一障害が起っても、7.2 で表示する時間を超えてはならない。例えば、急停止機能が停止カテゴリ 1 の停止として機能する場合、電源障害の影響で急停止状態の達成が遅れてはならない。このため、製造業者は、停止に要する時間が最も長くなる単一障害状態（すなわち、ワーストケース）を特定し、その状態での停止時間を急停止時間として表示しなければならない。

注記 1　急停止時間は、JIS B 9715 の定義 3.2 “ 総合システム停止性能 ” において、機械の最大応答時間 t2 に相当する時間であり、保護装置の検知機能が作動してから出力信号開閉機器がオフ状態になるまでの時間 t1 を含まない。

注記 2　急停止時に電気制動（減速制御）を行うサーボプレスでは、ワーストケースを明らかにするために、サーボシステムのハードウェア及び/又はソフトウェアの解析が要求される場合がある（IEC 61800-5-2 参照）。

<解説>

急停止機能は、監視機能の停止信号によって開始するものと保護装置の停止信号によって開始するものとがあり、これらの停止カテゴリは異なっていてもよい。ただし、急停止時間を明らかにする際には、いずれの急停止機能についても解析しなければならず、これらのうち、単一障害が発生した場合に a)、b)及び c)の達成に要する時間が最も長くなる状態をワーストケースとして特定する必要がある。

6.4.4　急上昇機能

6.4.3.3 に規定する保護装置による急停止機能に代えて、急上昇機能を実行してもよい。ただし、急上昇機能にかかわるサブシステムは、6.3 に適合しなければならない。更に、身体の一部がスライド及び/又は金型に到達する前にスライドの移動方向を開き方向に転じられなければならず、かつ、急上昇機能の実行中、スライドの閉じ方向への移動を確実に防止できなければならない。また、作動方向の急激な反転に起因する危険源（例えば、金型の落下など）は、設計によって除去しなければならない。

6.4.3.2 に規定する監視装置による急停止機能は、急上昇機能に代えてはならない。

6.4.5　通常停止機能

6.4.5.1　一般

通常停止機能は、加工物の搬入出を行う目的でスライドを停止させる機能であり、6.4.5.2～6.4.5.4 のいずれか一つに適合しなければならない。

通常停止中に保護装置のミューティングを行う場合、ミューティングによっていかなる人をも危険状態にさらすことがあってはならない（JIS B 9705-1 の 5.9 参照）。このため、ミューティングにかかわるサブシステムは、6.3 に適合しなければならない。また、ミューティングの開始タイミングは、6.4.5.2～6.4.5.4 に適合しなければならず、ミューティングが終了し、すべての安全機能が回復するまで、スライドの再起動が許可されてはならない。

通常停止機能の実行に要する時間は、7.2 で表示する急停止時間以下に設計しなければならない。毎回の通常停止時の停止時間又は停止距離は、6.6.3 に規定するオーバラン監視機能で監視しなければならない。

通常停止を行う位置をスライドが行き過ぎると、その移動方向が開き方向から閉じ方向へ反転するサーボプレス（例えば、クランクプレスと同様の機構をもつ機械サーボプレス）は、6.4.5.5 の追加要求事項に適合しなければならない。

<解説>

通常停止機能は、6.4.5.2～6.4.5.4 のいずれか一つに適合していれば、例えば、設定ストローク長さに応じてこれらの条件を切替えてよく、選択したいずれか一つの規定に常に適合し続ける必要はない。また、6.4.5.4 に付随する保持監視機能を除き、6.3 に適合すること（通常停止機能をカテゴリ 4 の安全関連部で処理・実行すること）は要求していない。これは、スライドの制御をすべて標準の制御システムで行い、通常停止については、保護装置をミューティングせずに急停止機能と同じサブシステムを用いるサーボプレスを想定しているためである。

通常停止時にミューティングを行う場合、ミューティングの開始方法として以下がある。

a) 標準の制御機能でスライドを通常停止位置に移動させた後、電源遮断を行い、その実行に基づいてミューティングを開始する。
b) 標準の制御機能でスライドを通常停止位置に移動させた後、制動機構を作動させ、その作動に基づいてミューティングを開始する。
c) インターフェース装置を用いて使用者がプログラム設定した通常停止位置にスライドが到達したことをスライド位置検出器などで検出し、検出結果に基づいてミューティングを開始する。

いずれの方法においても、ミューティングにかかわる回路・装置は安全関連部であり、ハードウェア及びソフトウェアの単一障害のために6.4.5.2～6.4.5.4に規定するタイミング以外でミューティングを開始してはならない。クランクプレスのロータリーカムスイッチを用いた機構と同等の安全性能が必要である。

6.4.5.2　停止カテゴリ0又は1の停止

通常停止機能は、停止カテゴリ0又は1の停止として機能し、制動機構でスライドを保持する。通常停止機能を急停止機能と同じサブシステムで行わない場合、保護装置のミューティングは、電源遮断と同時に開始できる。

6.4.5.3　十分な保持能力をもつ制動機構による保持

サーボモータの最大起動トルクが印加されてもスライドを保持できる能力をもつ制動機構でスライドを保持する。スライドの制動に電気制動を用いてもよい。また、電源遮断は必須ではないが、過負荷が新たな危険源又は危険状態を生じる場合、保護方策として実行しなければならない。

通常停止機能を急停止機能と同じサブシステムで行わない場合、保護装置のミューティングは、制動機構の作動と同時に開始できる。

6.4.5.4　保持監視を伴った停止カテゴリ2の通常停止

停止カテゴリ2の停止（サーボ停止）として機能する。ただし、6.6.4に適合する保持監視機能を実行し、スライドの誤作動を検出したときは、急停止に移行する。このとき、次のいずれかに適合しなければならない。

a) 人体部位の押しつぶしを回避できると見なせる十分な隙間を金型間に確保して、スライドを停止させ、保持する。隙間は、設定ストローク長さの98%以上とすることが望ましい。
b) スライドを停止させ、保持するまでの金型が閉じる方向へのスライドの移動量が、押しつぶしの危険源とならないと見なせるほど小さい。移動量は、2mm以下とすることが望ましい。

保護装置のミューティングは、保持監視機能の実行と同時に開始できる。

注記　JIS B 9714の6.4を参照。

<解説>

停止カテゴリ2の停止を通常停止機能に使用する場合の要求内容は、JIS B 9714の6.4と同じである。ただし、“直ちに”をより詳細な性能基準として示す意味で、この規格では a)又はb)に適合することを条件としている。a) で推奨する設定ストローク長さの98%は、上死点を停止位置に設定したクランクプレスにおいて、クランク軸が約0.26 rad（15 deg）行き過ぎて回転した（オーバランした）場合、スライドが上限からストローク長さの約2%下降することから導いた値である。他方、b) で推奨する2mmは、独立行政法人労働安全衛生総合研究の特別研究として行われた人体各部位の許容最大変位量の測定において、成人男性被験者9名の前額部の許容最大変位量の5パーセンタイル値が2.1 mmであったことから導いた値である（参考

文献　齋藤、 池田：産業安全研究所特別報告、 NIIS-SRR-No.33 (2005)、 p.22)。

通常停止では、既に使用者の身体の一部が危険限界に進入しているとの前提に立ち、誤作動発生から急停止機能の完了までの間のスライドの移動が、直ちに危険事象に至る可能性があることを十分に考慮する必要がある。なお、前述したように、プログラムされた設定ストローク長さに応じて､適合する条件を 6.4.5.4 から 6.4.5.2 又は 6.4.5.3 に切り替えることも可能である。

6.4.5.5　追加要求事項

通常停止を行う位置をスライドが行き過ぎるとスライドの移動方向が開き方向から閉じ方向に反転する構造のサーボプレスにおいて、このような反転が予見される位置に停止位置がプログラム設定された場合、いかなる単一障害が起っても、スライドの行き過ぎ量（オーバシュート）が設定ストローク長さの 2%を超えたら急停止機能を開始しなければならない。これは、設定ストローク長さの2%を許容値とする 6.6.3 に規定するオーバラン監視機能によって達成できる。

注記　この規定に該当する場合として、例えば、クランクプレスと同様の機構をもつ機械サーボプレスにおいて、予定停止位置が上死点に設定された場合があるが、これに限らない。

<解説>

動力プレス機械構造規格で規定されているオーバラン監視装置と同等の要求であり、現時点では、クランクプレスと同様の機構をもつ機械サーボプレスにおいて予定停止位置が上死点に設定された場合が該当する。許容値は、クランクプレスにおいて、クランク軸が約 0.26 rad 行き過ぎて回転した場合､スライドがストローク長さの約 2%下降することから導いた値である。なお、6.6.3 の注記に記したように、通常停止機能と急停止機能とを同じサブシステムで実行する場合は、その時点で急停止機能が開始しているので、スライドを始点位置に戻すまで寸動行程以外の運転モードを開始できないようにするだけでよい。

6.5　スライド位置検出器

エンコーダ、リミットスイッチなどのスライドの位置を検出する検出器の信号に基づいて実行される安全機能は、スライド位置検出器の障害のために、6.3 によって定めた性能基準に適合できなくなってはならない。

注記　スライド位置検出器の障害には、検出機能の喪失のほか、スライドに連動する機構部分の異常（例えば、チェーン切れ、カップリングの脱落）などがある。

安全機能にかかわるスライド位置検出器の設置位置は、使用者によって容易に変更できてはならない。変更を防止する方策として、設置部分に鍵のかかる覆いを設けることがあるが、これに限らない。

6.6　監視機能

6.6.1　一般

6.6.2～6.6.5 に規定する監視機能は安全機能であり、関連するサブシステムは、6.3 に適合するために、それ自身も互いに正常作動を監視し合う冗長系として構成し、一方の系は他方の状態に関係なく、独立して電源遮断を実行でき、制動機構を作動できなければならない。どちらか一方の系の機能を喪失させる単一障害は、直ちに又は次のサイクル開始前までに検出しなければならず、障害の蓄積が機能の喪失に至ってはならない。

監視している危険状態を検出したときは、6.4.3.2 に適合する急停止機能を開始し、異常を表示し、その後、再起動のための安全条件が成立するまで停止状態を維持しなければならない。

スライドの作動状態は、直接計測することが望ましい。例えば、スライドの実際の状態を直

接計測せず、サーボモータの回転状態又は通電状態の計測結果から推定する場合、サーボモータの作動とスライドの作動とが一致しなくなる動力伝達部分の単一障害（不具合）は、監視機能の喪失に至る。

6.6.2 起動/停止監視

スライドの起動、運転許可及び停止にかかわる起動（操作）装置及び保護装置からの信号とサーボモータ、制動機構及びスライドの作動状態との関係を比較し、不一致などの異常を検出しなければならない。起動/停止監視機能は、少なくとも 1 サイクルに 1 回以上、すべての信号の関係を検査しなければならない。

6.6.3 オーバラン監視

サーボプレスは、毎回の通常停止時、停止時間又は停止距離を監視し、設計した許容値を超えたときは急停止機能を開始しなければならない。許容値は、使用者によって容易に変更できてはならない。停止後、スライドを始点位置に戻すまでは、寸動行程以外の運転モードを開始できてはならない。

注記 通常停止機能と急停止機能とを同じサブシステムで行うサーボプレスにおいてオーバランが発生した場合は、スライド停止後、スライドを始点位置に戻すまで寸動行程以外の運転モードを開始できないようにするだけでよい。

6.6.4 保持監視

6.4.5.4 の通常停止機能を行うサーボプレスは、通常停止中にスライドの停止位置を監視し、設計した許容値を超える誤作動を検出しなければならない。

注記 JIS B 9714 の 6.4 を参照。

<解説>

6.4.5.4 に適合する通常停止機能を行う場合、インターフェース装置を用いて使用者がプログラム設定した通常停止位置にスライドが停止していることをスライド位置検出器で監視し続けなければならない。保持監視にかかわる回路及び/又は装置は（使用者がプログラム設定した通常停止位置の情報も含め）安全関連部であり、ハードウェア及びソフトウェアの単一障害のために、スライドの誤作動を検出できなくなってはならない。

6.6.5 制動性能監視

通常停止機能でスライドの制動に制動機構を使用せず、急停止機能でスライドの制動に制動機構を使用するサーボプレスは、制動機構単独での制動性能を定期的に確認するために、次のいずれかの制動性能監視機能をもたなければならない。

a) スライドが停止した状態のまま制動機構を作動させて制動性能を確認する静的な監視。

b) スライドが最大速度で作動している状態で制動機構を作動させて制動性能を確認する動的な監視。

複数の制動機構をもつサーボプレスは、個々の制動機構の性能を独立に確認できなければならない。

制動性能監視機能は、例えば、スライドの起動シーケンスに組み込むなどの方法によって、自動的に開始するように設計することが望ましい。手動でしか開始しない場合、仕様に定めた頻度で実行されないときは、運転継続を不能にするか又は視覚表示、視覚信号及び/又は聴覚信号で警告しなければならない。

実行頻度は、サーボプレスの始動時及び静的な監視の場合はその後 8 時間に 1 回以上、動的な監視の場合はその後 24 時間に 1 回以上とすることが望ましい。

注記　静的な制動性能監視機能の実装例を、附属書 8.5 に示す。
<解説>
急停止機能で制動機構を使用するが、通常停止時のスライドの制動を主に電気制動で行う場合、6.6.3 のオーバラン監視だけによっては必ずしも制動機構の制動性能の低下を検出できない。このため、制動機構単独での制動性能を定期的に確認する必要がある。これは、機械的制動機構に限らない。制動性能監視の望ましい実行頻度として、始動時及び 8 時間又は 24 時間に 1 回という頻度を導いたが、この頻度で制動性能監視のために運転を中断することを規定することは、現在のサーボプレスの運用形態から見て必ずしも妥当でないとされ、この規格では推奨値として示すこととした。

6.7　起動前存在検知

操作者が危険限界内に人が立ち入っていることを操作位置からスライド起動前に確認できないことが予見されるサーボプレス（例えば、危険限界内に立ち入れる又は検知保護設備と危険限界との間に立ち入れるような大形のサーボプレス）は、危険限界内に人が存在するときにスライドの再起動を許可しないよう、補助光軸、レーザスキャナー、マットスイッチなどの検知保護設備を設け、危険限界内を直接監視するインターロックを構成しなければならない。

意図する用途、使用環境又は運用上の制約のために、検知保護設備の使用が合理的に実施可能でない場合は、ロックアウト手段を提供し、これを用いて危険限界内への人の立ち入りを管理する旨の指示事項を使用上の情報に含めなければならない。

側面及び/又は背面の防護に能動的光電子保護装置などの検知保護設備を使用する場合、それらの信号によって急停止した後の再起動に対して、起動前存在検知の必要性を考慮して設計しなければならない。例えば、作動した検知保護設備の検知領域を十分確認できる位置で、それを手動リセットするまで急停止機能を維持するように設計してもよい（6.4.3.3 参照）。

6.8　上昇無効

上昇無効を行うサーボプレスは、開き行程中、スライドの移動速度（上昇で開く場合は、上昇速度）を監視し、サーボシステムの誤作動による意図しない移動速度の減少（上昇速度の減少）を検出しなければならない。この速度監視機能にかかわるサブシステムは、6.3 に適合しなければならず、互いに監視し合う冗長系として構成され、いかなる単一障害も機能喪失に至ってはならない。また、少なくとも一つの系は、スライドの移動速度を直接計測する構成で設計しなければならない。

意図しない速度の減少を検出したときは、急停止機能を開始する。このとき、次のいずれかに適合しなければならない。

a) 人体部位の押しつぶしを回避できると見なせる十分なすきま（隙間）を金型間に確保して、スライドを停止させ、保持する。すきま（隙間）は、設定ストローク長さの 98%以上とすることが望ましい。
b) スライドを停止させ、保持するまでの金型が閉じる方向へのスライドの移動量が、押しつぶしの危険源とならないと見なせるほど小さい。移動量は、2mm 以下とすることが望ましい。

作業一行程で開き方向への作動が複数回行われる軌道がプログラムされた場合は、最終の開き作動以外のときに上昇無効を行って、危険状態を引き起こしてはならない。

注記　上昇無効のシステム制御と保護方策の適切なカテゴリについては、附属書 8.2 参照。
<解説>
上昇無効を行う場合、スライドの移動方向の逆転を監視し、誤作動したときは a) 又は b) に
上昇無効を行う場合、スライドの移動方向の逆転を監視し、誤作動したときは a) 又は b) に適

合する条件でスライドを急停止させなければならない。ただし、a) については、逆転を生じる誤作動の発生位置が問題になるため、これに常に適合することは困難である。a) に推奨する設定ストローク長さの 98%及び b) に推奨する 2mm の根拠は、6.4.5.4 の解説で述べたことと同じである。

通常停止直前の低速時を除き、開き方向へのスライドの移動速度（上昇速度）の減少を監視すれば逆転を事前に検出できることから、停止カテゴリ 2 の通常停止の場合に比べ、より早く急停止を達成できる可能性がある。

6.9　ソフトウェア安全要求事項

サーボプレスで使用するソフトウェアは、それによってサーボシステムの安全関連部がこの規格の要求事項に適合できなくなってはならず、信頼でき、かつ、障害発生時の挙動が許容できるよう、試験し、評価し、証明しなければならない。また、ソフトウェアを複数の安全機能で使用する場合には、誤作動に対する最も厳しい要求に適合しなくてはならない。

この目的を達成するために推奨するソフトウェアに適用する方策の例を、附属書 8.6 に示す。

6.10　制動機構

6.10.1　一般

サーボプレスは、サーボシステムに依存せずに（これとは独立した系として）、スライドを減速、停止及び停止後その状態を保持する機械的又は液圧的制動機構を備えなければならない。制動機構は、サーボモータの最大起動トルクが印加された状態でもスライドの停止状態を保持できなければならない。これが満足できない場合には、制動機構を利用する停止機能の実行中、サーボモータのトルクをスライドに伝達させてはならない。サーボモータのトルクをスライドに伝達させない方法に、電源遮断を行ってトルク出力を 0 とする方法があるが、これに限らない。

6.10.2　機械的制動機構

機械的制動機構は、次の事項に適合するように設計・製作しなければならない。

a) バンドブレーキを用いてはならない。
b) 入力されるエネルギーが高い状態から低い状態へ移行（例えば、エネルギー供給の中断、入力信号の OFF 又は除去）したときに、ばねによってスライドを制動するばねリターン式ノーマリクローズド形でなければならない。
c) ばねは複数使用され、すべてのばねの 50%が破損しても制動機能を喪失してはならない。
d) ばねに負荷を与える機構は、適切に調節された状態でばねの位置が固定され、かつ、緩むことがない構造のものでなければならない。
e) 電磁弁を用いて操作する場合、電磁弁は、複式でなければならない。単一障害が生じた場合には、スライドを停止させ、かつ、再起動を防止しなければならない。
f) 単一障害で制動機能及び保持機能を喪失してはならない。考慮しなければならない単一障害には、液圧又は空気圧の遮断又は低下、電力供給の遮断、断線、乾式ブレーキのブレーキ面への油脂類の侵入などがある。

6.10.3　液圧的制動機構

液圧的制動機構は、次の事項に適合するように設計・製作しなければならない。

a) 入力されるエネルギーが高い状態から低い状態へ移行したとき、スライドを制動するノーマリクローズド形でなければならない。
b) 複数の電磁弁を、スライド閉じ側の出口ポートに直列に配置した冗長系として構成しなけ

ればならない。

c) 単一障害は、次の安全機能の作動要求時又はその前までに検出されなければならない。検出した場合は、急停止機能を開始し、かつ、障害が修復されるまで再起動を許可してはならない。

d) 電磁弁のうち、スライド閉じ側の出口ポートに近い位置に配置する弁は、シリンダに直接溶接にて又はフランジを介して接続しなければならない。

複数のシリンダで構成される液圧制動機構においては、電磁弁のうち、スライド閉じ側の出口ポートから遠いほうに配置する弁を複数のシリンダで共用する構成としてもよい。

<解説>

この規格では、主にスライドを比較的長時間保持する目的で使用されるカウンターバランス弁は、スライド拘束手段と見なし、液圧的制動機構には含めていない。

6.11　スライド拘束手段

6.11.1　一般

調整、清掃、検査及び保全の作業中、サーボシステムを電源遮断し、スライドを拘束するための適切な手段として、6.11.2 に適合する機械的拘束装置及び/又は 6.11.3 に適合する安全ブロックを備えなければならない。更に、これらのスライド拘束手段を使用しないで調整、清掃、検査及び保全の作業を行うことの危険性は、マーキング、取扱説明書などによって警告しなければならない。

危険限界内又は検知保護設備と危険限界との間に人が立ち入れるような大形のサーボプレスは、電源再投入後の起動/再起動に対して、6.7 の起動前存在検知の必要性を考慮して設計しなければならない。

6.11.2　機械的拘束装置

機械的拘束装置は、次の事項に適合するように設計・製作しなければならない。

a) 入力される制御信号のエネルギーの高い状態から低い状態への移行（すなわち、入力信号の OFF 又は除去）によってスライドの拘束を開始するノーマリクローズド形である。

b) 重力又はばねによって機械的障害物を作動させる。

c) 機械的障害物の強度によってスライド及びこれに付随する金型（例えば、上型）の合計質量を支える。

d) サーボシステムを電源遮断するインターロックと連携する。

e) 意図しない機械的拘束装置の作動に起因する危険源（例えば、衝撃による金型の落下）が、解析され、除去されている。

機械的拘束装置が、ある特定の位置（拘束可能位置）でしかスライドを拘束できない構造の場合、視覚表示、視覚信号及び/又は聴覚信号を用いて、拘束可能位置に正しくセットされたことを通知する又は機械的障害物が有効に機能していないことを警告する手段を備えなければならない。

6.11.3　安全ブロック

安全ブロックは、次の事項に適合するように設計・製作しなければならない。

a) スライド及びこれに付随する金型（例えば、上型）の合計質量を支えられる。

b) スライド又は上型とボルスタ又は下型との間に挿入して使用できる形状（寸法）である。

c) サーボシステムを電源遮断するインターロックと連携する。

<解説>

6.11.2 d)及び 6.11.3 c)に規定する“電源遮断”は、スライド拘束手段を使用する調整、清掃、

検査及び保全の作業中に、意図しない起動を防止することを目的とした要求事項であり、これらの作業中の感電保護に関しては、リスクアセスメントに基づき、別途、給電系統の断路などを検討する必要がある。

6.12　運転モード

6.12.1　一般

サーボプレスには、作業一行程及び寸動行程の運転モードを設けなければならない。これらの切換は、6.12.2 に適合する運転モード選択機構で行われなければならない。用途に応じて、連続行程などの他の運転モードを設けてもよい。特別な運転モードについては、スライドの動き、起動（操作）装置の操作及び/又は保護装置の機能制限などの関連事項を使用上の情報として提供しなければならない。

6.12.2　運転モード選択

サーボプレスの運転モードは、選択した位置で確実に固定でき、自重の影響、軽微な振動などの影響で意図せずに切り替わらないモード切替装置（例えば、キー操作式スイッチ）によって選択できなければならない。モード切替装置には、選択可能な運転モードに加え、任意でサーボシステムを電源遮断するための“OFF”、“〇”又は“切”と表示した切り替え位置を備えなければならない。

運転モードに付随して起動（操作）装置及び/又は保護装置を切り替える場合、これらの選択は、次のいずれかの切替装置及び/又は機構によって行わなければならない。

a) キー操作式の直接開路(強制開離)動作機能付制御スイッチ(JIS C 8201-5-1 附属書 K 参照)。選択していない位置（スイッチ接点）は、強制開離動作によってサーボシステムから確実に隔離される。

b) キー操作式スイッチ及び監視機能付き冗長化ハードウェア。

c) 6.3 に適合する安全関連部（該当する場合、ソフトウェアを含む)。運転モードの選択を画面上で行う場合は、選択した内容を表示する前にスライドを起動できてはならない。

<解説>

起動（操作）装置及び/又は保護装置を切り替える装置と運転モードを切り替える装置とが異なる場合、後者は、6.12.2 の a)〜c)に適合しなくてもよい。

6.12.3　寸動行程

寸動行程を選択した場合は、寸動行程中の一時停止時（寸動停止時）も含めて、身体の一部が危険限界に進入したことを検知し、急停止機能を開始しなければならない。すなわち、寸動停止を標準の制御機能で達成してもよいが、保護装置のミューティングを実行してはならない。

ただし、機械又は液圧サーボプレスブレーキにおいて、意図する用途の制約上、保護装置を使用することが合理的に実施可能でない場合、次のすべてに適合するサーボプレスブレーキに限り、保護装置をミューティングしてもよい。

a) 寸動停止を 6.4.5.2〜6.4.5.4 のいずれか一つに適合する通常停止機能で達成する。

b) 寸動行程時、スライドとボルスタとの間隔が狭まる方向へ作動させる操作と広がる方向へ作動させる操作とが独立しており、各々の操作のための制御器を個別に備える。

寸動行程は、スライドがいずれの位置にあってもスライドを起動できる。ただし、危険限界内に人が立ち入れる又は検知保護設備と危険限界との間に人が立ち入れるような大形のサーボプレスでは、6.7 の起動前存在検知の必要性を考慮しなければならない。

6.12.4　連続行程

連続行程では、いかなるミューティングも実行してはならない。

連続行程を設ける場合、誤操作による意図しない連続行程への切替えを防止しなければならない。これは、6.12.2 の運転モード選択機構とは別に、連続入・切スイッチ、連続行程起動専用スイッチ、セットアップボタンなどの機器を備え、連続行程を開始する条件操作を行うようにすることで達成できる。この条件操作には制限時間を設け、運転モードを連続行程に切替えた後、制限時間内にスライドが起動されない場合は、開始指令をキャンセルし、再度操作しなければ行程を開始できないようにしなければならない。条件操作のための機器を別に備えず、一定時間起動ボタンを押し続けるなどの操作で、この条件操作を代替してはならない。

6.12.5　保護装置の信号によりスライドが起動する行程

特別な保護装置（例えば、制御式ガード）からの信号によるスライドの起動制御は、そのための専用の運転モードでだけ実行できてもよい。ただし、次のすべてに適合しなければならない。

a) サーボプレスの構造上のストローク長さが 600mm を超えてはならない。
b) ボルスタの奥行きが 1000mm を超えてはならない。
c) スライドを起動する保護装置が起動機能インターロック付きガード（制御式ガード）の場合、JIS B 9700-2 の 6.3.2.5 の要求事項に適合するように設計しなければならない。
d) スライドを起動する保護装置が電気的検知保護設備の場合、JIS B 9704-1 の A.8 の要求事項に適合するように設計しなければならない。電気的検知保護設備で防護する開口部の下端は、床面から 750mm 以上高くなければならない。

6.12.6　外部装置の信号によりスライドが起動する行程

起動装置及び特別な保護装置とは別の外部装置からの信号によるスライドの起動制御は、そのための専用の運転モードでだけ実行できてもよい。ただし、本質的安全設計方策によって押しつぶしの危険源を除去又はそれによるリスクを適切に低減していない限り、次のすべてに適合しなければならない。

a) この専用の運転モードでは、いかなるミューティングも実行してはならない。
b) 外部装置からの信号は、保護装置の停止信号に優先してはならない。
c) 6.12.2 の運転モード選択機構とは別に、この専用の運転モードを開始する条件操作を行う機構（例えば、セットアップボタン、回路リセット装置）を備えなければならない。
d) 連続行程の場合と同様に、この条件操作を行う装置には制限時間を設け、外部装置からの信号待ちで制限時間以上放置された場合には、開始指令をキャンセルするようにしなければならない。
e) 外部装置からの信号は冗長入力され、冗長系で処理しなければならない。

6.12.7　手動パルス発生器を用いてスライドを作動させる行程

手動パルス発生器による手動送りは、そのための専用の運転モードでだけ実行できてよい。この専用の運転モードでは、次のいずれかによって、押しつぶしの危険源を除去又はそれによるリスクを適切に低減しなければならない。

a) 本質的安全設計方策を実施する。
b) ガード及び/又は保護装置を使用する。
c) スライドの移動速度を 10mm/s 以下に制限する。更に、3 ポジションタイプのホールドトゥラン制御装置又はイネーブル装置（JIS B 9960-1 の 9.2.5.8 参照）を備え、これと手動パルス発生器を同時に操作しないと、6.4.3.3 に規定する急停止機能を開始する。

注記 1　ホールドトゥラン制御装置は、足踏み操作式のものでもよい。

ただし、手動パルス発生器は、次のすべてに適合するように設計・製作しなければならない。

a) 手動パルス発生器を選択したときは、他の装置によってスライドを起動できない。
b) 自重の影響、軽微な振動などによって、意図しないパルスが発生しない。
c) 意図的な操作を行わない限り、選択できない。

注記 2　例えば、操作盤の照光式押ボタンを押したときだけ、手動パルス発生器が有効になり、押ボタンの点灯で、操作者に手動パルス発生器が有効であることを通知することで、意図しない選択を防止できる。

6.13　表示装置

6.13.1　ストローク表示装置

サーボプレスは、操作者及び作業関係者が認知しやすい位置に、設定したストロークにおけるスライドの現在の位置を表示する装置を備えなければならない。更に、合理的に実施可能な場合には、次の項目を表示することが望ましい。

a) スライドの移動方向（上昇/下降など）
b) 設定ストロークの上限/下限位置又はこれらを設定しているリミットスイッチなどの位置
c) オーバラン監視機能の設定パラメータ（許容停止距離など）及びその実行結果（ただし、連続運転中を除く）

6.13.2　停止状態表示装置

サーボプレスは、調整、清掃、検査及び保全の作業中、操作者及び作業関係者がサーボモータへの電力供給状態又は制動機構の作動/開放状態を誤認識することを防止するために、スライドの停止状態が電源遮断によるものか、サーボ停止（6.4.5.4 参照）によるものか、及び、制動機構が作動しているかを明瞭に表示する又は点灯/消灯によって通知する装置を備えなければならない。

7.　使用上の情報

7.1　一般

機械の表示（例えば、標識、記号）及び指示資料（例えば、運転及び保全のマニュアル）の提供は、JIS B 9700-1、JIS B 9700-2 及び JIS B 9960-1 の関連要求事項によらなければならない。警告装置を備える場合は、JIS B 9700-2 及び JIS B 9960-1 に適合しなければならない。

7.2　表示

サーボプレスには、明確で読みやすく耐久性のある方法で、機械本体に次の項目を表示しなければならない。

a) 製造番号
b) 製造者名
c) 製造年月
d) 種別（機械サーボプレス、機械サーボプレスブレーキ、液圧サーボプレス又は液圧サーボプレスブレーキのいずれか）
e) 急停止時間
f) 専用の用途を意図して設計した場合、意図する使用方法（例えば、ノーハンドインダイ又は自動）

“ ノーハンドインダイ ”を意図して設計したサーボプレスは、“ ハンドインダイ ”で使用されることを技術的に防止できない場合には、マーキング、取扱説明書又は適切な媒体によって、その危険性を警告しなければならない。

また、設置、試運転、分解などの局面におけるリスク低減のために、次の項目を追加しなければならない場合がある。

a) 最大停止時間（保護装置の検知機能が作動してから急停止機能を完了するまでの時間の最悪値）
b) 加圧能力（圧力能力）
c) 構造上のストローク長さ
d) 機械重量
e) 輸送及び設置のための吊り上げ箇所

注記　上記以外の項目の表示が、法的に義務付けられている場合がある。

7.3　電気電子装置・部品の寿命

電気電子装置・部品の寿命及びこれらの点検・交換周期に関する指示事項を、取扱説明書又は適切な媒体によって明示しなければならない。必要な場合は、部品交換に関する専門知識の要求又は推奨部品以外の部品を使用することの危険性に関する情報を含めなければならない。合理的に実施可能な場合には、構成品の作動回数又は稼働時間を計測する装置を、サーボプレスに備えることが望ましい。

<解説>

サーボプレスの主要な構成部品・装置は、電気/電子/プログラマブル電子部品・装置である。電気/電子部品の経年劣化に起因する障害は、機械部品の摩耗による不具合と異なり、突如起る特徴があり、このため、機械の作動状態から予兆を知ることは困難である。機械的寿命に基づいた従来の保守・点検を電気的寿命を主体とする概念のものに変える意味から、耐用年数又は設計寿命などの情報を取扱説明書などで使用者に提供することが重要である。

8. 附属書

8.1 サーボプレスに特有な危険源の一覧

この附属書 8.1 は、この規格で扱うサーボプレスに特有の危険源について規定する。

表 8.1 –危険源リスト（JIS B 9702 附属書 A を引用）

No	危険源	関連する危険区域	参照箇条	JIS B 9700	
				第 1 部	第 2 部
1	機械的危険源				
1.1	押しつぶし	上型と下型との間、スライドと上型との間、 ボルスタと下型との間、ワークと金型との間 モータ回転軸、歯車、ベルトなどの動力伝達部	**6.2.2、 6.3～6.6、 6.10**	**4.2.1**	**4.2**
1.2	せん断		**6.2.2、 6.3～6.6**	**4.2.1**	**4.2**
1.4	巻き込み		**6.2.1**	**4.2.1**	**4.2**
1.6	衝撃		**6.2.2、 6.3～6.6**	**4.2.1**	**4.2**
1.9	高圧流体の噴出	液圧システム（ポンプ、シリンダ、配管など）及びその周辺	**6.2.9**	**4.2.1**	**4.10**
2	電気的危険源				
2.1	充電部に人が接触（直接接触）	電気キャビネット、端子ボックス、制御パネル	**6.2.3**	**4.3**	**4.9、 5.5.4**
2.2	不具合状態下で充電部に人が接触（間接接触）	露出導電性部分、 保守中の電気装置	**6.2.3 6.2.5**	**4.3**	**4.9**
3	熱的危険源				
3.1	極度の高温による火傷、 熱傷及びその他の傷害	モータ、抵抗器及びその周辺	**6.2.7**		**4.4**
8	設計時に人間工学的原理の無視から起こる危険源				
8.6	ヒューマンエラー、 人間挙動	上型と下型との間、スライドと上型との間、ボルスタと下型との間、安全ブロックの設置位置	**6.2.8、 6.7、 6.8、 6.11**	**4.9**	**4.8、 5.5.4、 5.5.5、 6**
8.7	手動制御器の不適切な設計又は配置	両手操作制御装置、 非常停止装置、 操作位置	**6.4.2 6.12.2 ～ 6.12.4、 6.12.7**		**4.11.8 4.11.10 5.5.2**
8.8	視覚表示装置の不適切な設計又は配置	ストローク表示装置、 操作位置	**6.12.7、 6.13**		**4.8.8**
10	次の事項から起る予期しない始動、予期しない超過走行／超過速度(又は類似不調)				
10.1	電源遮断手段の障害/不調	上型と下型との間、スライドと上型との間、 ボルスタと下型との間、ワークと金型との間 モータ回転軸、歯車、ベルトなどの動力伝達部	**6.4～6.6、 6.11**		**4.11、 5.5.4**
10.2	エネルギー供給の中断後の回復		**6.2.4、 6.2.5**		**4.11.4**
10.3	電気設備に対する外部影響（電磁妨害）		**6.2.6**		**4.11.11**
10.4	その他の外部影響（重力など）		**6.11**		**4.11.5**
14	制御システムの危険側障害（ハードウェア、ソフトウェア、空気圧回路、液圧回路）	上型と下型との間、スライドと上型との間、 ボルスタと下型との間、ワークと金型との間 モータ回転軸、歯車、ベルトなどの動力伝達部	**6.2.3～6.2.6、 6.2.9、 6.3～6.12**		**4.11、 4.12**

8.2 サーボプレスのリスクアセスメント結果の例

この附属書は、本文及び附属書 8.1 を補足するものであって、規格の一部ではない。

8.2.1 意図する用途の違いによるリスクアセスメント結果の比較

表 8.1 に規定するサーボプレスに特有な危険源より抜粋したものに対し、リスクアセスメントを実施した結果の例として、ハンドインダイでの使用を意図したサーボプレスを想定した場合を表 8.2.1 に、また、ノーハンドインダイでの使用を意図したサーボプレス（自動プレスとして設計されたサーボプレス）を想定した場合を表 8.2.2 に示す。

ここで、表 8.2.1 に示すハンドインダイプレスは、次の前提による。
・自動車用金属パーツを製作するラインの機械設備
・加圧能力 8000kN.　2 ポイント 2 軸駆動の門形動力プレス機械
・ロード、アンロード作業は作業員によって行われ、複数作業員が従事する
・作業員及び保守点検者は、特別教育訓練を受けた者を対象とする
・保護装置は、プレスルーム側面には固定ガード。ロード及びアンロード側の作業員が 1 サイクル毎に機械にアクセスする所には、光線式安全装置を設置

また、表 8.2.2 に示すノーハンドインダイプレスは、次の前提による。
・自動車用金属パーツを製作するラインの機械設備
・加圧能力 8000kN.　2 ポイント 2 軸駆動の門形動力プレス機械
・ロード、アンロードは搬送機械によって行われ、生産時、作業員は直接関与しない
・作業員及び保守点検者は、特別教育訓練を受けた者を対象とする
・保護装置は、プレスルーム側面には固定ガード、前後面にはインタロック付きガードを設置

8.2.2 リスクの見積り及び評価

表 8.2.1 及び表 8.2.2 において、リスク見積る際の基準とリスクレベルの評価は次による。

a) リスクは、危害（身体的傷害及び/又は健康被害）のひどさと危害の発生確率との組合せで見積る。

1) 危害のひどさ(S)：傷害及び/又は健康被害の程度によって次の基準で見積る。
・S1：すりきず‥‥‥不休業に至らない負傷
・S2：軽傷‥‥‥‥‥不休業災害
・S3：重傷‥‥‥‥‥休業、後遺症 8～14 級
・S4：重大災害‥‥‥死亡、後遺症 7 級以上

2) 発生する確率：危険源にさらされる頻度(F)及び危害を回避できる可能性(P)から見積る。
危険源にさらされる頻度(F)：接近の必要性（例：加工材の手送り、保全・修理)、接近の頻度・経過時間及び接近する人の数などを考慮し、次の基準で見積る。
・F1：まれ～時々／短時間
・F2：頻繁に～継続的／長時間

危害を回避できる可能性(P)：誰が運転するか（熟練者、未熟者、無人)、危険事象の発生速度（不意、高速、緩慢）などを考慮し、次の基準で見積る。
・P1：特定の条件の下で可能
・P2：ほとんど不可能

b) 危害のひどさ(S)、頻度(F)、回避可能性(P)から、表 8.2.3 のリスクマトリックスに従ってリスクレベルを決定する。ここでは、レベルⅢ～Ⅴは許容できないリスクとし、保護方策が必要であるとした。

表 8.2.3－リスクマトリックス

		危害の可能性			
		可能性が高い	可能性がある	可能性は低い	ほとんどない
	危険源に曝される頻度	F2		F1	
	危害を回避できる可能性	P2	P1	P2	P1
危害のひどさ	重大被害　S4	V	V	IV	III
	重傷　S3	V	IV	III	III
	軽傷　S2	IV	III	II	II
	すりきず　S1	III	II	II	I

表 8.2.1ーハンドインダイでの使用を意図したサーボプレスのリスクアセスメント結果（抜粋）

	危険源の同定				運転モード			リスクの見積もりと評価					保護方策と制御システム安全関連部のカテゴリ		保護方策実施後のリスクの見積もりと評価					
NO	危険源	危険区域	危険状態	対象人員	生産	段取	保守	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P	評価	対応する保護方策	制御システムカテゴリ	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P	総合査定(危険性レベル)	使用上の情報
1	機械的危険																			
1.1	押しつぶしの危険	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	スライドが下降する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “作業一行程”運転中			有	S4	F2	P2	V	光線式安全装置の設置 光線式安全装置の光線遮光によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによってプレスを急停止する方策をとる。*a	*a 4	無					
			予定された停止位置(待機点)に止まらず，スライドが下降する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “作業一行程”運転停止時			有	S4	F2	P2	V	オーバラン検出装置の設置 オーバラン検出によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによって急停止し再起動を禁止する方策をとる。*b	*b 4	無					
			スライドが下降する	段取作業員 周囲不特定作業員		○ “寸動”運転中		有	S4	F1	P2	IV	10mm/s以下の微速運転とする。*c(方策その1) 光線式安全装置の光線遮光によりプレスを急停止とする。*a(方策その2)	*c 4 *a 4	無					
			予定された停止位置(待機点)に止まらず，スライドが下降する	段取作業員 周囲不特定作業員		○ “寸動”運転の停止時		有	S4	F1	P2	IV	光線式安全装置の設置 光線式安全装置の光線遮光によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによってプレスを急停止する方策をとる。*a	*a 4	無					
			停止中，不意にスライドが下降／落下する	保守･点検作業員 サービス員			○ “切” (停止維持)	有	S4	F1	P2	IV	セフティブロックの設置 動力遮断インタロック付きとし，セフティブロック使用により，サーボモータの動力遮断及び機械式ブレーキによってスライドを保持させる。*d さらに物理的にスライド及び上型の重量を支える。	*d 4	無					
8	設計時に人間工学的原理の無視から起こる危険源																			
8.6	オペレータの挙動，ヒューマンエラー	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	保守･点検作業中にスライドが不意に下降／落下する（安全ブロックを使用しない）	保守･点検作業員 サービス員			○	有	S4	F1	P2	IV		—	有	S4	F1	P2	IV	警告銘板の貼付 取扱説明書にリスクと警告を記載 （作業標準の作成，ユーザによる教育･訓練）
			危険域内に閉じ込められた状態でスライドを不注意に操作し，下降する	運転作業員 周囲不特定作業員 段取作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	ロツクアウト装置の設置　*k （動力遮断でパッドロックをかける安全スイッチによる作業管理システム）	*k (4)	有	S4	F1	P2	IV	警告銘板の貼付 取扱説明書にリスクと警告を記載 （作業標準の作成，ユーザによる教育･訓練）
10	次の事項から起る予期しない始動，予期しない超過走行/超過速度(又は類似不調)																			
10	停電 回路／機器故障による電源供給の中断	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	停電又は回生制動回路故障によって急停止時間が延びることによるスライド停止が間に合わない危険	運転作業員 周囲不特定作業員 段取作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	･停電(無電圧)によりサーボ動力を遮断，機械式ブレーキによって急停止し，停止維持する。 ･回生制動は急停止時間に使用しない	—	無					
			抵抗制動回路故障によって急停止時間が延びることによるスライド停止が間に合わない危険		○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	抵抗制動回路モニタ設置　*m	*m 4	無					
14	制御システムの故障																			
	制御システムの故障	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	制動機構の制御システムの故障によりスライドが停止できない	運転作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	･ばね締め，ノーマリクローズド形機械式ブレーキの設置。 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*f　ブレーキ異常を検出し，プレス運転を禁止する。	*f 4	無					
			サーボシステムの減速制御，電気制動及び停止中，制御不能によってスライドを制動できない	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “作業一行程” 待機点停止 (ミューティング中)			有	S4	F1	P2	IV	オーバラン検出装置*b　と逆転検出装置の設置*h オーバラン検出または逆転検出によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによって急停止し再起動を禁止する方策をとる。	*b 4 *h 4	無					
					○ “作業一行程” 下降行程停止維持			有	S4	F1	P2	IV	光線式安全装置の設置 光線式安全装置の光線遮光によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによってプレスを急停止する方策をとる。*a	*a 4	無					
				段取作業員 周囲不特定作業員 サービス員		○ “寸動” 下降行程停止維持	○ “寸動” 下降行程停止維持	有	S4	F1	P2	IV	同上	*a 4	無					
			上昇中，スライドが下降する	段取作業員 周囲不特定作業員 サービス員		○ “寸動” 上昇行程中と 停止維持	○ “寸動” 上昇行程中と 停止維持	有	S4	F1	P2	IV	光線式安全装置の設置 光線式安全装置の光線遮光によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによってプレスを急停止する方策をとる。*a	*a 4	無					
			上昇無効中，スライドが下降する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “作業一行程” 上昇行程			有	S4	F1	P2	IV	逆転検出装置の設置*h 逆転検出によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによって急停止し再起動を禁止する方策をとる。	*h 4	無					
			ロード･アンロード時，サーボシステムの制御不能によってスライドが起動する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “作業一行程” 待機点停止維持			有	S4	F1	P2	IV	オーバラン検出装置*b　と逆転検出装置の設置*h オーバラン検出または逆転検出によりサーボ動力遮断し，機械式ブレーキによって急停止し再起動を禁止する方策をとる。	*b 4 *h 4	無					
			サーボシステムの停止中，制御不能によってスライドを停止維持できない	保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員			○ “切” 停止維持	有	S4	F1	P2	IV	運転モード切換スイッチ“切”にてサーボ動力遮断し*g，機械式ブレーキによってプレス停止維持する方策をとる。	*g 4	無					
			非常停止機能にかかわる制御システムの故障によってスライドを急停止できない	運転作業員 保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	･非常停止制御システムの設置 冗長と監視回路** ･動力(エネルギー)遮断システムの設置 冗長遮断回路　*e ･ばね締め，ノーマリクローズド型機械式ブレーキの設置 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*f ブレーキ異常を検出し運転を禁止する。	** 4 *e 4 *f 4	無					
			急停止機能にかかわる制御システムの故障によってスライドを急停止できない	運転作業員 段取作業員 保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	動力(エネルギー)遮断システムの設置 冗長遮断回路　*i ･ばね締め，ノーマリクローズド型機械式ブレーキの設置 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*j ブレーキ異常を検出し運転を禁止する。	*i 4 *j 4	無					
	注記　表中 *印は制御システムの安全機能に関連する項目である																			

表 8.2.2－ノーハンドインダイでの使用を意図したサーボプレスのリスクアセスメント結果（抜粋）

	危険源の同定				運転モード			リスクの見積もりと評価					保護方策と制御システム安全関連部のカテゴリ		保護方策実施後のリスクの見積もりと評価					
NO	危険源	危険区域	危険状態	対象人員	生産	段取	保守	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P	評価	対応する保護方策	制御システムカテゴリ	危険にさらされる可能性	被害のひどさ S	危険にさらされる頻度 F	危険を回避できる可能性 P	総合査定（危険性ﾚﾍﾞﾙ）	使用上の情報
1	機械的危険																			
1.1	押しつぶしの危険	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	スライドが下降する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “連続”運転中			有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
			予定された停止位置(待機点)に止まらず，スライドが下降する	運転作業員 周囲不特定作業員	○ “連続”運転停止時			有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
			スライドが下降する	段取作業員 周囲不特定作業員		○ “トライ一行程”又は “寸動”運転中		有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
			予定された停止位置(待機点)に止まらず，スライドが下降する	段取作業員 周囲不特定作業員		○ “トライ一行程”又は “寸動”運転の停止時		有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
			停止中，不意にスライドが下降／落下する	保守･点検作業員 サービス員			○ “切” （停止維持）	有	S4	F1	P2	IV	セフティブロックの設置 動力遮断インタロック付きとし，セフティブロック使用により，サーボモータの動力遮断及び機械式ブレーキによってスライドを保持させる。*b さらに物理的にスライド及び上型の重量を支える。	*b 4	無					
8	設計時に人間工学的原理の無視から起こる危険源																			
8.6	オペレータの挙動，ヒューマンエラー	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	保守･点検作業中にスライドが不意に下降／落下する（安全ブロックを使用しない）	保守･点検作業員 サービス員			○	有	S4	F1	P2	IV	スライドロック装置の設置 スライドロックが完全であることを確認できないとインタロッキングガードが開かないインタロックとする。 *g	*g 4	無					
			インタロックガード内に閉じ込められた状態でスライドを不注意に操作し，下降させる	運転作業員 周囲不特定作業員 段取作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	危険域内の人体検出装置の設置 人体検出によりサーボ動力遮断，機械式ブレーキにより停止維持させる。*	* 4	無					
10	次の事項から起る予期しない始動，予期しない超過走行/超過速度(又は類似不調)																			
10	停電 回路／機器故障による電源供給の中断	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	停電又は回生制動回路故障によって急停止時間が延びることによるスライド停止が間に合わない危険	運転作業員 周囲不特定作業員 段取作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○		有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置　生産･段取中はインタロッキングガードは閉じている。 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
							○	有	S4	F1	P2	IV	･停電(無電圧)によりサーボ動力を遮断，*　機械式ブレーキによって急停止し，停止維持する。 ･回生制動は急停止時間に使用しない	* 4	無					
			抵抗制動回路故障によって急停止時間が延びることによるスライド停止が間に合わない危険		○	○		有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置　生産･段取中はインタロッキングガードは閉じている。 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
							○	有	S4	F1	P2	IV	抵抗制動回路モニタ設置　*i	*i 4	無					
14	制御システムの故障																			
	制御システムの故障	危険限界（上型と下型の間，プレスルーム）	制動機構の制御システムの故障によりスライドが停止できない	保守･点検作業員 サービス員			○	有	S4	F1	P2	IV	･ばね締め，ノーマリクローズド形機械式ブレーキの設置。 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*c　ブレーキ異常を検出し，プレス運転を禁止する。	*c 4	無					
				運転作業員 保守･点検作業員 サービス員	○	○		有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
			サーボシステムの減速制御，電気制動中，制御不能によってスライドを制動できない	運転作業員	○ “連続”待機点停止時			有	S4	F1	P2	IV	同上	*a 4	無					
				保守･点検作業員 サービス員		○ “トライ一行程”又は “寸動”運転の停止時	○ “トライ一行程”又は “寸動”運転の停止時	有	S4	F1	P2	IV	同上	*a 4	無					
			サーボシステムの停止制御中，故障による制御不能によってスライドの停止を維持できない	保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員			○ “切” （停止維持）	有	S4	F1	P2	IV	運転モード切換スイッチ“切”にてサーボ動力遮断し*d，機械式ブレーキによってプレス停止維持する方策をとる。	*d 4	無					
			上昇中，スライドが反転･下降する	段取作業員 周囲不特定作業員		○ “寸動”上昇行程中と停止維持	○ “寸動”上昇行程中と停止維持	有	S4	F1	P2	IV	インタロッキングガードの設置 ガードが閉じていないとプレス運転はできないインタロックとする。*a	*a 4	無					
				運転作業員 周囲不特定作業員	○ “連続” 上昇行程			有	S4	F1	P2	IV	同上	*a 4	無					
			非常停止機能にかかわる制御システムの故障によってスライドを急停止できない	運転作業員 保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	･非常停止制御システムの設置 冗長と監視回路** ･動力(エネルギー)遮断システムの設置 冗長遮断回路　*e ･ばね締め，ノーマリクローズド型機械式ブレーキの設置 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*f ブレーキ異常を検出し運転を禁止する。	** 4 *e 4 *f 4	無					
			急停止機能にかかわる制御システムの故障によってスライドを急停止できない	運転作業員 保守･点検作業員 サービス員 周囲不特定作業員	○	○	○	有	S4	F1	P2	IV	動力(エネルギー)遮断システムの設置 冗長遮断回路　*e ･ばね締め，ノーマリクローズド型機械式ブレーキの設置 ･機械式ブレーキのすべてのバネの50%が破損してもブレーキ性能が維持できる機構とする。 ･ブレーキ性能モニタ設置　*f ブレーキ異常を検出し運転を禁止する。	*e 4 *f 4	無					
	注記　表中 *印は制御システムの安全機能に関連する項目である																			

8.3　停止機能の実装とその実現手段との比較

この附属書 8.3 は、本文及び附属書 8.1 を補足するものであって、規格の一部ではない。

8.3.1　停止機能の実装例

6.4 に従って停止機能を実装する場合において、サーボプレスの仕様による実現手段の比較を、表 8.3.1～表 8.3.3 に示す。

8.3.2　十分な保持能力をもつ制動機構を用いる場合

サーボモータの最大起動トルクが印加されてもスライドを保持できる制動機構を用いる場合の停止機能の実装とその実現手段との関係を、表 8.3.1 に示す。このサーボプレスは、次の前提による。

・ハンドインダイで使用し、上昇無効を行う。
・保護装置による急停止機能は、6.4.3.3 b)に適合する。ただし、停止カテゴリは 0 とし、スライドの制動には機械的制動機構を用いる。
・通常停止機能は、6.4.5.3 に適合する。ただし、停止カテゴリは 0 とし、スライドの制動には機械的制動機構を用いる。

8.3.3　停止カテゴリ 0 又は 1 の停止を行う場合

急停止と通常停止を停止カテゴリ 1 の停止機能で達成する場合の停止機能の実装とその実現手段との関係を、表 8.3.2 に示す。このサーボプレスは、次の前提による。

・ハンドインダイで使用し、上昇無効を行う。
・保護装置による急停止機能は、6.4.3 .3 a)に適合する停止カテゴリ 1 の停止として機能する。
・通常停止機能は、6.4.5.2 に適合する停止カテゴリ 1 の停止として機能する。
　ただし、上昇無効時の誤作動（逆転異常）の検出で開始する急停止機能には、サーボシステムが異常を生じているため、停止カテゴリ 0 の停止を使用する。

8.3.4　押しつぶしを回避するすきま（隙間）を確保する条件で停止カテゴリ 2 の停止を行う場合

停止後、十分なすきま（隙間）を確保する条件で通常停止機能に停止カテゴリ 2 の停止を使用する場合の停止機能の実装とその実現手段との関係を、表 8.3.3 に示す。このサーボプレスは、次の前提による。

・ハンドインダイで使用し、上昇無効を行う。
・保護装置による急停止機能は、6.4.3.3 a)に適合する停止カテゴリ 1 の停止として機能する。
・通常停止機能は、6.4.5.4 に適合する停止カテゴリ 2 の停止として機能する。
　ただし、上昇無効時の誤作動（逆転異常）の検出で開始する急停止機能には、サーボシステムが異常を生じているため、停止カテゴリ 0 の停止を使用する。

表 8.3.1ー停止機能と手段との関係（十分な保持能力をもつ制動機構を用いる場合）

作業区分	運転モード	停止の種類	停止装置・インタロック装置	スライドの状態	サーボ停止	電源遮断	制動機構	電気制動	拘束手段	停止カテゴリ JIS B9960-1	ミューティング	参照箇条
定常	生産時“作業一行程”	一時停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○→	○↔	○			0		
		通常停止	運転ボタンを離した時	下死点以降 上昇時						—	○	6.8 上昇無効
				停止中（到着時）	○→	○↔	○			0		6.4.5 通常停止機能 ローディング，アンローディング時
				停止中（保持中）	(○)	○	○				○	
			運転ボタンを離していない時	停止中（到着時）	○→	○↔	○			0		再起動防止システム 異常操作 一行程一停止機構
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○			0		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時						—	○	光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
				予定停止位置 停止時	(○)					—		光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○			0		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○		○	0		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		6.11.3 安全ブロック
非定常	トライ作業時“寸動”	一時停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○→	○↔	○			0		6.12.3寸動行程
				下死点以降 上昇時	○→	○↔	○			0		6.12.3 寸動行程
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○			0		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○			0		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○		○	0		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		
	保全作業中“切”	急停止	モード切換スイッチ“切”に切換	運転中		○	○			0		6.12 運転モード 異常操作
				停止時	(○)	○	○			0		6.11 スライド拘束手段 6.12 運転モード
		非常停止	非常停止ボタンを押す	停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	停止時	(○)	○	○		○	0		6.11 スライド拘束手段
	停電					○注2	○		○	0		

注記1 表中の凡例を右に示す。・停止中:停止作動中，・停止時:停止状態，・→:時間的経過を示す，・○:作動させる，・(○):当該停止装置によって作動したものではない，・—：停止しない

注記2 停電時には主電源が遮断される。

表 8.3.2ー停止機能と手段との関係（停止カテゴリ 0 又は 1 の停止を行う場合）

作業区分	運転モード	停止の種類	停止装置･インタロック装置	スライドの状態	サーボ停止	電源遮断	制動機構	電気制動	拘束手段	停止カテゴリ JIS B9960-1	ミューティング	参照箇条
定常	生産時 “作業一行程”	一時停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○					2		
		通常停止		下死点以降 上昇時						―	○	6.8 上昇無効
				停止中（到着時）	○			○		1		6.4.5 通常停止機能 ローディング，アンローディング時
				停止中（保持中）	(○)	○	○				○	
			運転ボタンを離していない時	停止中（到着時）	○					2		再起動防止ｼｽﾃﾑ 異常操作 一行程一停止機構
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時						―	○	光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			―		光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○	○		1		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○	○	○	1		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		6.11.3 安全ブロック
非定常	トライ作業時 “寸動”	一時停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○					2		6.12.3 寸動行程
				下死点以降 上昇時	○					2		6.12.3 寸動行程
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○	○		1		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○	○	○	1		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		
	保全作業中 “切”	急停止	モード切換スイッチ “切”に切換	運転中		○	○	○		1		6.12 運転モード 異常操作
				停止時	(○)	○	○			0		6.11 スライド拘束手段 6.12 運転モード
		非常停止	非常停止ボタンを押す	停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	停止時	(○)	○	○		○	0		6.11 スライド拘束手段
	停電					○注2	○		○	0		

注記1 表中の凡例を右に示す。･停止中:停止作動中，･停止時:停止状態，･○:作動させる，･(○):当該停止装置によって作動したものではない，･―：停止しない

注記2 停電時には主電源が遮断される。

表 8.3.3ー停止機能と手段との関係
（十分なすきまを確保する条件で停止カテゴリ 2 の停止を行う場合）

作業区分	運転モード	停止の種類	停止装置・インタロック装置	スライドの状態	サーボ停止	電源遮断	制動機構	電気制動	拘束手段	停止カテゴリ JIS B9960-1	ミューティング	参照箇条
定常	生産時“作業一行程”	一時停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○					2		
		通常停止		下死点以降 上昇時						—	○	6.8 上昇無効
				停止中（到着時）	○					2		6.4.5 通常停止機能 ローディング，アンローディング時
				停止中（保持中）	(○)						○	
			運転ボタンを離していない時	予定停止中（到着時）	○					2		再起動防止ｼｽﾃﾑ 異常操作 一行程一停止機構
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時						—	○	光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
				予定停止位置 停止時	(○)						○	光線式安全装置無効 6.8 上昇無効
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○	○		1		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○	○	○	1		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		6.11.3 安全ブロック
非定常	トライ作業時“寸動”	通常停止	運転ボタンを離した時	運転中 予定停止位置から下死点まで	○					2		6.12.3寸動行程
				下死点以降 上昇時	○					2		6.12.3寸動行程
		急停止	光線式安全装置の遮光	運転中 予定停止位置から下死点まで		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				下死点以降 上昇時		○	○	○		1		6.4.3 急停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			逆転異常検出	上昇時		○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.8 上昇無効
			危険域内閉じ込め検出	始動時	(○)	○	○			0		6.4.3 急停止機能 6.7 起動前存在検知
		非常停止	非常停止ボタンを押す	運転中		○	○	○		1		6.4.2 非常停止機能
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	運転中		○	○	○	○	1		異常操作
				予定停止位置 停止時	(○)	○	○		○	0		
	保全作業中“切”	急停止	モード切換スイッチ“切”に切換	運転中		○	○	○		1		6.12 運転モード 異常操作
				停止時	(○)	○	○			0		6.11 スライド拘束手段 6.12 運転モード
		非常停止	非常停止ボタンを押す	停止時	(○)	○	○			0		
			安全ブロックのプラグを抜く	停止時	(○)	○	○		○	0		6.11 スライド拘束手段
	停電					○注2	○		○	0		

注記1 表中の凡例を右に示す。・停止中:停止作動中，・停止時:停止状態，・○:作動させる，・(○):当該停止装置によって作動したものではない，・一：停止しない

注記2 停電時には主電源が遮断される。

8.4　電源遮断方法の分類及び冗長化設計例

この附属書 8.4 は、本文及び附属書 8.1 を補足するものであって、規格の一部ではない。

8.4.1 電源遮断方法の分類

サーボモータへの電力供給を遮断する機能（電源遮断）は、サーボアンプの機種ごとに多岐にわたる方式・手段で実装・実行されており、その呼称も様々である。しかしながら、この規格では、これらの停止機能をサーボシステムの安全機能の一つとして包括的に取り扱う必要があり、このため、4.5 で定義・分類した。この分類のより詳細な説明を、図 8.4.1 及び表 8.4.1 に示す。

図 8.4.1 に示すように、サーボアンプ（インバータ回路）の逆変換（交流生成）を不能にする機能には、一般に、外部機器からの信号（OFF 信号）を、信号入力部からインバータ回路までの間にプログラマブル電子回路部品（制御回路）を介さずに伝達する方式のものと、サーボアンプの制御回路によって処理して行う方式のもの（例えば、“ サーボ OFF ” 又は “ イネーブル ” などと呼ばれる）とがある。この規格では、後者をサーボアンプに標準的に実装されている制御機能と見なし、前者だけを電源遮断の一つである “ 電子的遮断 ” としている。

また、図 8.4.1 で “ 制御回路遮断 ” とは、外部に設けたスイッチ回路を用いてサーボアンプの制御回路への電力供給を断ち、その結果としてインバータ回路のエネルギー出力を不能にする方式のものであるが、これが “ 電子的遮断 ” と “ サーボ OFF ” のどちらに該当するかは、サーボアンプ及びスイッチ回路の詳細な故障解析結果から判断されることであり、この規格ではその指標までは示さない。

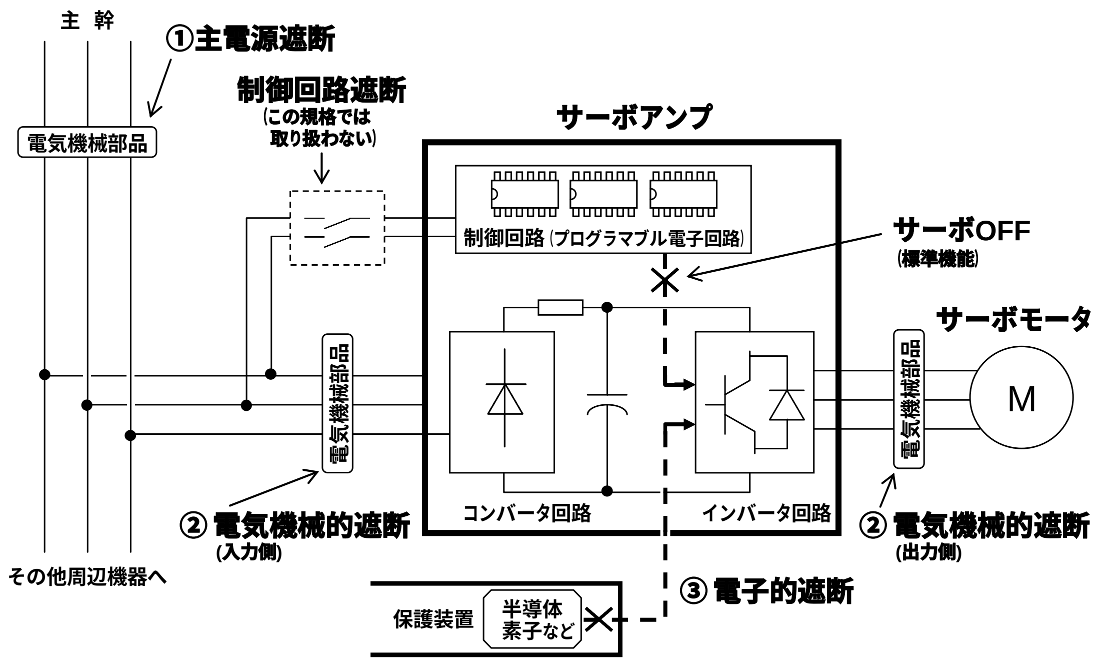


図 8.4.1－電源遮断方法の分類

なお、この規格では、サーボアンプの制御回路への電力供給遮断を伴う “ 主電源遮断 ” は、あくまでも “ 電源遮断 ” を達成する方法の一つとしており、特別に “ 主電源遮断 ” を要求する規定はない。

一方、表 8.4.1 は、対象となる電源遮断方法がこの規格で定義する主電源遮断、電気機械的遮断、電子的遮断のいずれに該当するものであるかを判断するための指標であって、構成要件

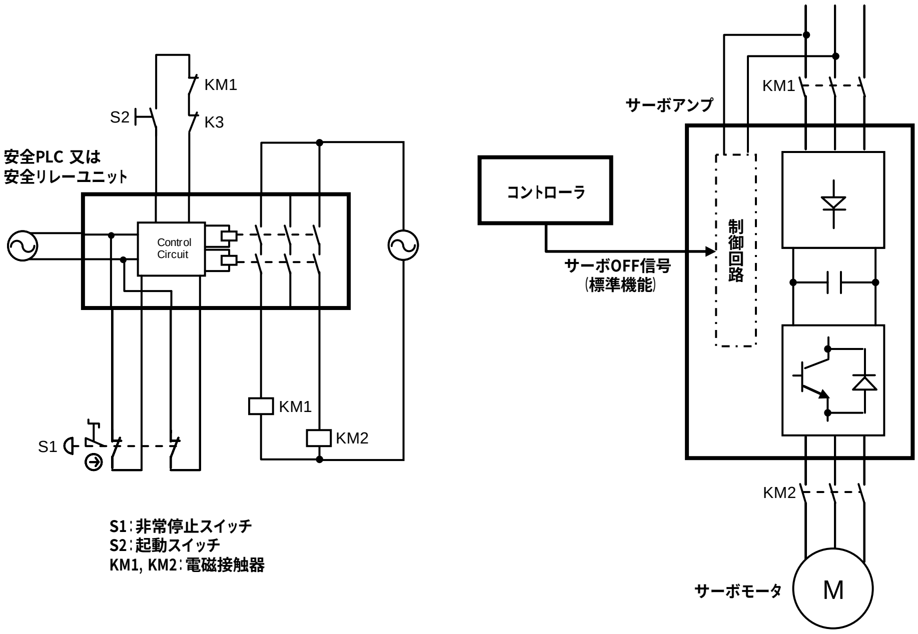
として示す内容と等価な安全性能を保証できる表 8.4.1 に記載していない方式・機構・手段の存在を否定するものではない。

表 8.4.1ー電源遮断方法の構成要件

用　語	図 8.4.1	構成要件	備　考
4.5.1 主電源遮断	①	主幹からのサーボシステム全体への電力供給を、電気機械部品を用いて遮断（断路）する。ただし、JIS B 9960-1 の 5.3.5 に規定する“例外回路”及び検査又は修理などで必要な情報を提供するための表示装置については、JIS B 9960-1 の関連要求事項に適合する限り、電源を遮断しなくともよい。	サーボシステムに電力を供給しておく必要のない作業（例えば、据付け、電気工事、修理、部品交換、保全、分解など）の場合、この方式による電源遮断及び残留したエネルギーの消散は、最高の保護レベルになる（JIS B 9700-2 の 5.2.4 参照)。
4.5.2 電気機械的遮断 (入力側、出力側)	②	モータの駆動にかかわる電力（動力）を、主幹とアンプとの間（入力側)で又はアンプとモータとの間（出力側）で、電気機械部品を用いて遮断する。	
4.5.3 電子的遮断	③	検知保護設備などの外部機器からの信号（OFF 信号）を、信号入力部からインバータ回路までの間にプログラマブル電子回路部品（制御回路）を介さずに伝達して、インバータ回路の逆変換（交流生成）を不能にする。	
サーボ OFF （この規格では実装を前提としている）	ー	アンプの制御回路が行うベース電流の OFF 操作	この規格では、アンプに標準的に備わる（ただし、安全機能として認められない）機能と見なしている。
制御回路遮断 （この規格では取り扱わない）	ー	アンプの制御回路への電力供給を外部スイッチ回路を用いて遮断し、その結果としてインバータ回路のエネルギー出力を不能にさせる。	“電子的遮断”と“サーボ OFF”のどちらに該当するかは、サーボアンプ及びスイッチ回路の詳細な故障解析に基づいて判断される。

8.4.2　電源遮断システムの冗長化設計例

6.3 に規定したカテゴリ 4 の要求事項に適合することを意図した電源遮断システムの冗長化設計例を、図 8.4.2～8.4.4 に示す。ただし、これらと同じ構成の電源遮断システムを構築すれば、直ちにカテゴリ 4 が達成されることを必ずしも保証するものではない。選定したカテゴリに対する設計の妥当性は、安全関連部の故障解析及び安全機能試験に基づいて、別途詳細に確認しなければならない。

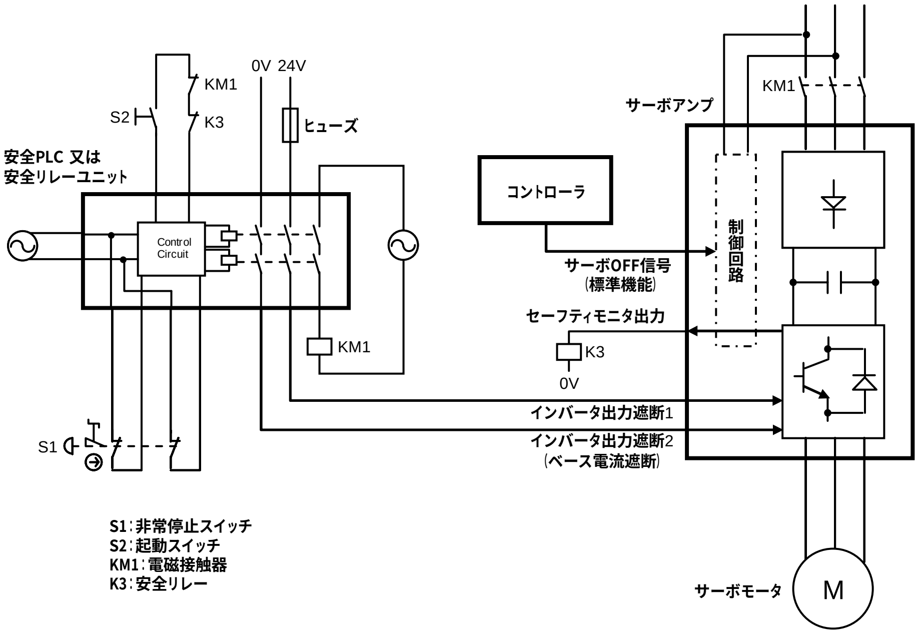


注記　この例では、次のコンポーネントを用いている。

・電磁接触器：フィードバック用 B 接点が強制開離となっているもの

・安全 PLC 又は安全リレーユニット：カテゴリ 4 対応のもの

図 8.4.2－電源遮断システムの冗長化設計例 1（二つの電磁接触器を用いた例）



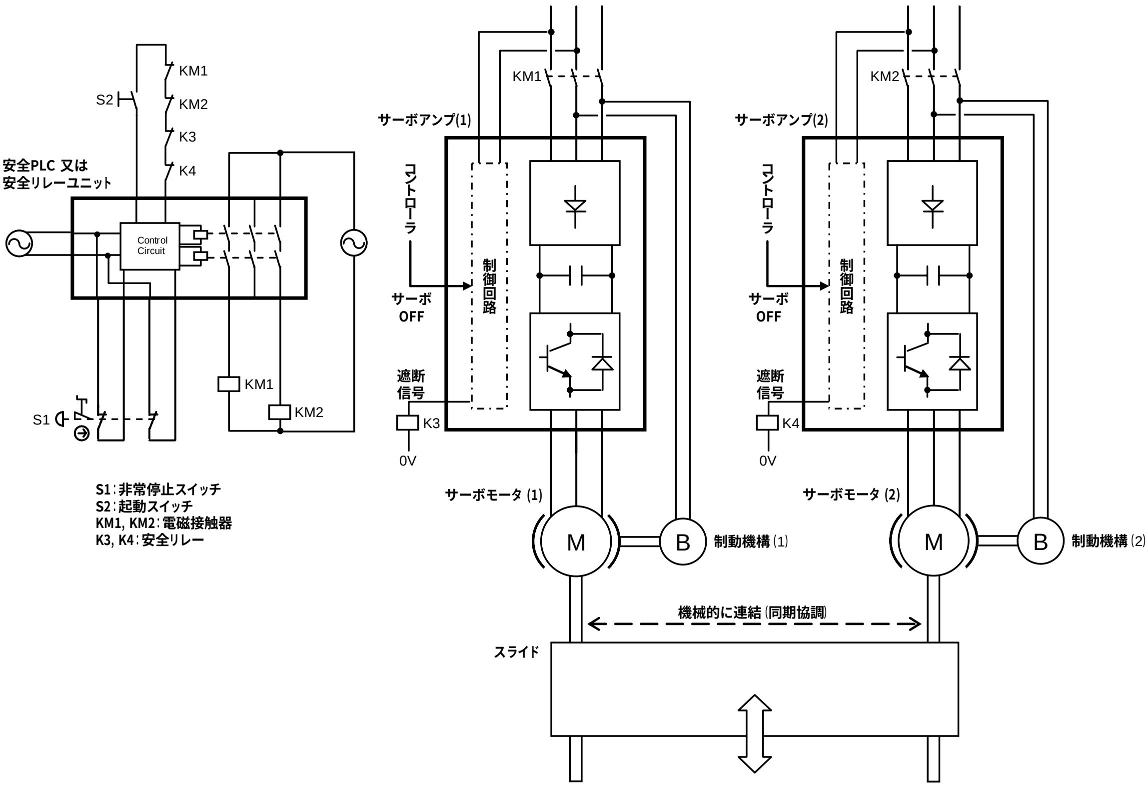
注記　この例では、次のコンポーネントを用いている。

・電磁接触器：フィードバック用 B 接点が強制開離となっているもの

・安全 PLC 又は安全リレーユニット：カテゴリ 4 対応のもの

・サーボアンプ：カテゴリ 3 対応の電源遮断機能（電子的遮断機能）を備えたもの

図 8.4.3－電源遮断システムの冗長化設計例 2（電磁接触器と電子的遮断とを用いた例）



注記　複数のサーボ駆動軸が機械的に（図では、スライドで）連結したサーボプレスにおいて、一方のサーボシステムに障害が生じても、他方のサーボシステムを電源遮断し、制動機構によってスライドを減速できれば、その機械的構造のために、例えば、スライドがロックしてしまい、結果的にスライドの危険な作動を防止できる冗長化システムの例である。ただし、一方が主、他方が従の関係にあるマスタースレーブ系のように、2 軸の作動の不一致を許容するシステムでは、ここで意図する安全性能は達成できない。また、例えば、2 軸を連結する機械要素部分の不具合（例えば、リンクの損傷）など、単一障害で停止機能の冗長性を喪失する場合に対して解析・評価が必要である。

この例では、次のコンポーネントを用いている。

・電磁接触器：フィードバック用 B 接点が強制開離となっているもの

・安全 PLC 又は安全リレーユニット：カテゴリ 4 対応のもの

・制動機構：ノーマリクローズド形の機械ブレーキ

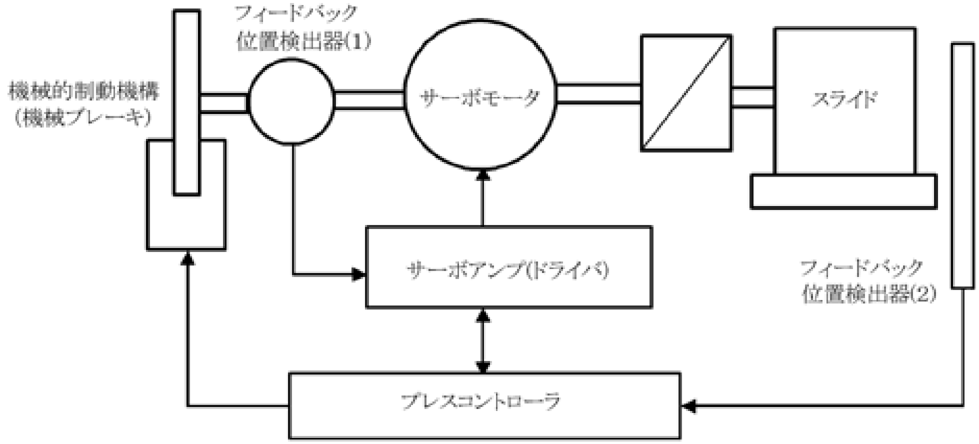
図 8.4.4－電源遮断システムの冗長化設計例 3（複数のサーボシステムで冗長性を確保する例）

8.5　静的な制動性能監視機能の実装例

この附属書 8.5 は、本文及び附属書 8.1 を補足するものであって、規格の一部ではない。

8.5.1　機械的制動機構の静的な制動性能監視の実装例

機械的制動機構に対して静的な制動性能監視機能を実行するサーボプレスを想定し、具体的な実装例を機能ブロック図として図 8.5.1 に示す。ただし、この図は、主に静的な制動性能監視機能に関連するコンポーネント及びそれらの作動を説明することを目的としており、これと同じ構成と作動のサブシステムを構築すれば直ちに必要な安全性能（カテゴリ）が達成されることを必ずしも保証するものではない。選定したカテゴリに対する設計の妥当性は、ハードウェアの詳細な故障解析、プレスコントローラのソフトウェアの品質評価及び実装後の安全機能試験に基づいて、別途詳細に確認しなければならない。



・フィードバック位置検出器〈1〉からの信号をサーボアンプ（ドライバ）で処理する。
・処理した信号をサーボアンプがプレスコントローラに送る。
・フィードバック位置検出器〈2〉からの信号をプレスコントローラが受けとる。
・プレスコントローラでフィードバック位置検出器〈1〉とフィードバック位置検出器〈2〉の値を比較し、不一致がなければ、これを監視テスト前のスライド位置の検出数値とする。
・プレスコントローラが機械的制動機構（機械ブレーキ）を作動させる。
・プレスコントローラがサーボアンプに制動性能監視用のトルク値での駆動を指令する。
・サーボアンプから動力を供給し、モータがトルクを発生する。
・フィードバック位置検出器〈1〉からの信号をサーボアンプで処理する。
・処理した信号をサーボアンプがプレスコントローラに送る。
・フィードバック位置検出器〈2〉からの信号をプレスコントローラが受信する。
・プレスコントローラでフィードバック位置検出器〈1〉とフィードバック位置検出器〈2〉の値を比較し、不一致がなければ、これを監視テスト後のスライド位置検出数値とする。
・監視テスト前後の位置検出数値をプレスコントローラで比較し、数値が変化していれば、制動機構の性能低下と判断して、スライドを起動できないようにし、異常を表示する。

図 8.5.1－機械的制動機構の静的な制動性能監視機能の機能ブロック図

8.6　ソフトウェアに適用する方策の例

この附属書 8.6 は、本文及び附属書 8.1 を補足するものであって、規格の一部ではない。

8.6.1　一般

サーボプレスで使用するソフトウェアは、信頼でき、かつ、障害発生時の挙動が許容可能であるように試験され、評価され、証明されなければならない。この規格では、この目的を達成する具体的方策は規定しないが、例として、ISO 13849-1:2006 の 4.6 に基づく方策を以下に示す。なお、同じソフトウェアを複数の安全機能で利用する場合、誤作動に対する最も厳しい要求事項に適合する必要がある。

8.6.2　基本方策

安全機能にかかわるソフトウェアに対しては、最低限、次の基本方策を適用する。

a) ソフトウェア開発プロセスへの検証及び妥当性確認活動を伴う V モデルの採用（ISO 13849-1:2006 の図 6 参照）
b) 機能要求仕様、安全度要求仕様及び設計の文書化
c) モジュラー化及び構造化された設計、プログラミング及びコーディング
d) 決定論的原因障害の抑制
e) 正しい実装の検証
f) 機能試験、例えば、ブラックボックステストの実施
g) ソフトウェア変更にかかわる適切なソフトウェア安全ライフサイクル活動の実施と管理
h) 使用者による変更を防止する保護

8.6.3　組込みソフトウェア

安全関連部の組込みソフトウェアは、サーボプレスがハンドインダイである場合は JIS C 0508-3 に規定する安全度水準 3（SIL3）の要求事項に従って、それ以外は適切な安全度水準に従って設計・開発・実現・検証・管理する。

8.6.4　アプリケーションソフトウェア

安全機能にかかわるアプリケーションソフトウェアは、制約可変言語で記述する場合は ISO 13849-1:2006 の 4.6.3 に、完全可変言語で記述する場合は ISO 13849-1:2006 の 4.6.2 に従って設計・開発・実現・検証・管理する。

8.6.5　ソフトウェアベースのパラメータ設定

安全機能にかかわるソフトウェアベースのパラメータ設定、例えば、安全機能の開始時刻、開始位置又は監視機能の許容値の設定は、製造業者が提供する専用のソフトウェアツールを用いることでだけ実施できるようにし、例えばパスワードなどによって権限のない変更を阻止する。

また、パラメータ設定にかかわるすべてのデータのインテグリティは保守する必要があり、このためには、ISO 13849-1:2006 の 4.6.4 又は IEC 62061 の 6.11.2 への適合を考慮する。

9. 総括

2006 年 3 月に発行された前版 TI103:2006 の発行は、それ以前までサーボプレスを製造・販売するメーカーが各々独自に展開してきた保護方策について、業界内での考え方を標準化し、サーボプレスの安全性をさらに向上させることに大いに貢献した。そこで示されたサーボプレスの安全のあり方、ならびに、技術水準・運用基準は、この規格 TI103:2008 でも踏襲されている。ただし、発行以後のサーボプレスの機能・技術の急速な進展及び近年、各分野で推進されている規定規格類の国際整合化に鑑み、今般、第一回目の改訂が行われることとなった。

この改訂では、サーボプレスのすべての危険源のうち、プログラマブルなサーボシステムでスライドの作動が制御されるというサーボプレスの新規性に起因する危険源を取り扱うこととし、新たに危険源リストを作成した。ここで取り扱つかわれていない他の危険源及びそれに起因するリスクに対しては、従来の動力プレス機械で既に認識されているものと同様、関係する諸法規（労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令、労働安全衛生規則、動力プレス機械構造規格及びプレス機械又はシャーの安全装置構造規格）を遵守することで適切に除去又は低減しなければならない。

更に、この改訂では、近年整備が著しい機械類の安全に関する ISO/IEC 規格との整合を考慮し、これら規格群の技術的内容との関連性・同等性を明確にした。特に、サーボシステムの安全性能に対する要求事項については、国際標準の観点から再吟味するとともに、機能安全にかかわる最新 ISO/IEC 規格で定められている概念・基準・用語に準拠した内容に改めている。

なお、この工業会規格 TI103:2008 は、日本工業規格(JIS)化計画があり、JIS 規格として制定された場合は、無効となる。

以上

編纂　社団法人 日本鍛圧機械工業会　技術委員会 事務局